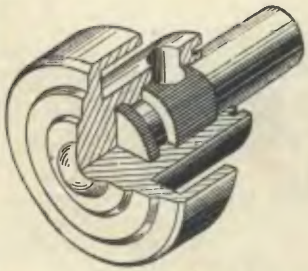
БИБЛИОТЕКА МОЛОДОГО РАБОЧЕГО

Н. А. БАБУЛИН



ПОСТРОЕНИЕ И ЧТЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Трудрезервиздат
1957

БИБЛИОТЕКА МОЛОДОГО РАБОЧЕГО

Н. А. БАБУЛИН

ПОСТРОЕНИЕ И ЧТЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

ВСЕСОЮЗНОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТРУДРЕЗЕРВИЗДАТ
МОСКВА 1957

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Книга содержит общие сведения о методах построения и чтения рабочих чертежей. Она предназначена для молодых рабочих, окончивших учебные заведения трудовых резервов, и может быть полезна также для рабочих, повышающих квалификацию в курсовой сети предприятий.

Цель книги — помочь молодым рабочим разобраться не только в простых, но и в сложных машиностроительных чертежах при их чтении.

Третий раздел книги «Чтение сборочных чертежей» написан О. А. Бабичевой.

В изготовлении некоторых иллюстраций книги принимали участие И. В. Ольхова, Г. Г. Христюк, А. А. Енгуразов, Л. А. Сухарева, Л. А. Бабулина, В. М. Раковский.

Со всеми пожеланиями по книге просим обращаться по адресу: *Москва, Центр, Хохловский пер., 7, Трудрезервиздат.*

Раздел I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЧЕРТЕЖАХ

«Каждый уважающий себя рабочий должен уметь читать чертежи...»

«...умение понимать рисунок и чертеж в огромной степени облегчает изучение инструмента, станка, машины и разных сложных агрегатов».

М. И. Калинин

§ 1. ПОНЯТИЕ О ПОСТРОЕНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ

Каждая машина, прибор или какое-либо сборочное изделие состоит из деталей, соединенных между собой. Детали могут быть самые разнообразные, отличающиеся по форме, размерам и технологическому процессу их изготовления. Одни детали изготовляют из листового материала, другие — из прутков или изделий-заготовок путем механической обработки, третьи получают путем отливки, горячей штамповки и т. д. Способы соединения деталей бывают самые различные: разъемные, т. е. соединения на резьбе путем свинчивания (болтовые, винтовые, клиновые, шпоночные и т. д.), и неразъемные — соединения на заклепках, методами сварки, запрессовки и другими способами.

Собирая или разбирая какую-либо машину, легко заметить, что одни детали можно отвернуть, разъединить, другие отделить при снятии крепежных деталей — болтов, винтов, третьи снять в виде целой группы деталей, представляющей так называемые узлы — сборочные единицы. Если соединение деталей в узле разъемное, то этот узел, в свою очередь, можно разобрать на отдельные детали. Расчленение машин на сборочные единицы — узлы — зна-

чительно облегчает организацию массового и серийного производства.

На рис. 1 изображена наглядная схема образования узла кривошипно-шатунной группы компрессора. Этот узел можно назвать сложным, так как для его сборки, помимо отдельных деталей, подается заранее собранный

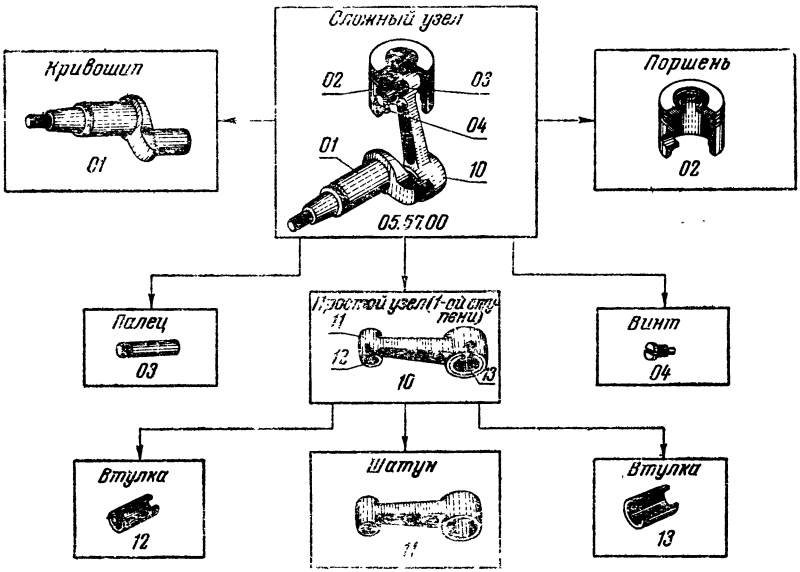


Рис. 1. Деталь и узел. Наглядная схема образования узла

простой узел, представляющий шатун с запрессованными втулками. Собранный узел кривошипно-шатунной группы подается далее на сборку всего изделия.

Таким образом, узел представляет соединение ряда деталей, а каждая деталь является элементарной частью сборочного изделия и изготовляется без применения сборочных операций.

На современном производстве все детали как простые, так и сложные изготовляют по технологическим и операционным картам, составленным по чертежам. Так же производят сборку машин и их узлов.

На производстве чертежи играют большую роль. Например, если бы мы захотели изготовить без чертежа даже самую простую деталь, то нам потребовалось бы

подробное описание ее формы, размеров, чистоты обработки поверхностей, допусков на изготовление. Описание, очевидно, значительно сократится и станет яснее, если мы добавим рисунок этой детали.

По рисунку детали с проставленными на нем размерами и записями о чистоте поверхностей и другими требованиями к готовой детали мы сможем значительно быстрее уяснить эту деталь и затем изготовить ее. Но так

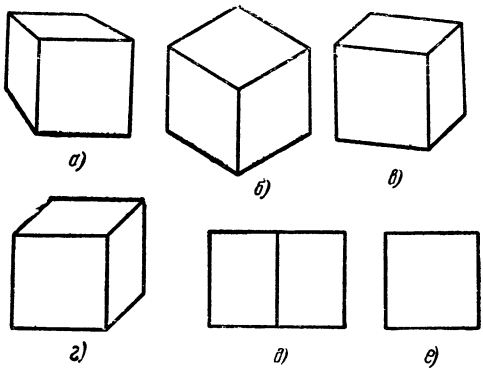


Рис. 2. Изображения куба

можно поступить с очень простой деталью. Для других деталей, например кривошипа и поршня компрессора, такое «описание» окажется недостаточным. Здесь одним только наглядным изображением, особенно если деталь не имеет плоскостей симметрии, обойтись нельзя. Можно было бы построить еще несколько наглядных изображений, т. е. составить чертежи из наглядных изображений детали с нескольких ее сторон, но такие чертежи окажутся трудоемкими и сложными. Такой способ составления чертежей потребует много времени на проектирование машин.

Наглядные изображения имеют и существенные недостатки. Рассмотрим изображения куба (рис. 2), геометрические свойства которого нам хорошо известны. На различных, но правильно и закономерно построенных наглядных изображениях куба (рис. 2, *а*, *б*, *в*, *г*) мы не видим, например, всех прямых углов, хотя в действительности все они прямые. На рис. 2, *д*, *е* также изображен куб, причем рис. 2, *е* дает представление о действительных углах и сторонах куба.

В машиностроении рабочие чертежи обычно строят по способу прямоугольных проекций. Этот способ отличается следующими преимуществами:

1) дает полные сведения о форме предмета благодаря применению нескольких изображений (видов);

2) отличается простотой построения;

3) отличается удобством измерения.

В настоящей книге объясняется чтение рабочих чертежей, построенных по такому способу. Но чтобы научиться хорошо читать чертежи, надо знать, как они получаются, отчетливо

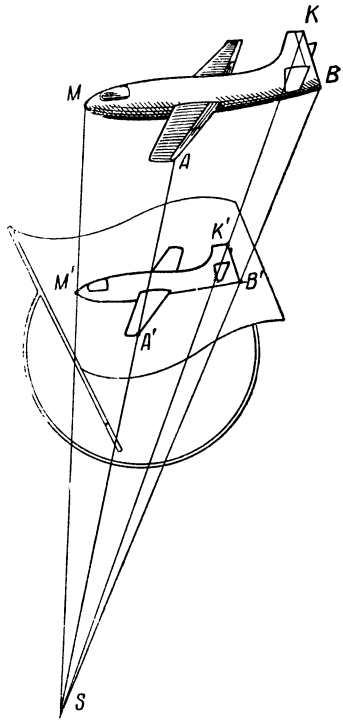


Рис. 3. Схема центрального проектирования

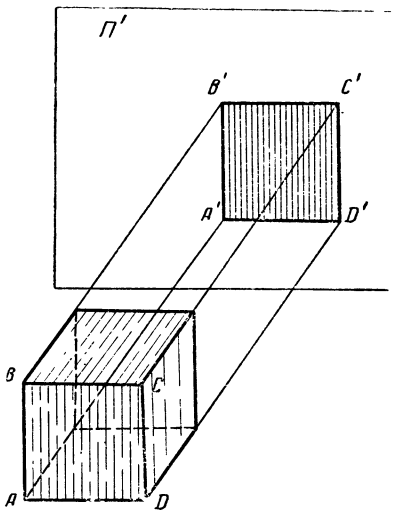


Рис. 4. Схема параллельного проектирования

представлять сущность способа прямоугольных проекций.

Слово «проекция» означает изображение предмета на плоскости. Проекции мы можем наблюдать в природе. Так, например, тень, отбрасываемая предметом на плоскость (стены, стола), при освещении его солнечными лучами является проекцией предмета на эту плоскость.

На рис. 3 изображена схема центрального проектирования, а на рис. 4 — схема параллельного проектирова-

ния. В обоих случаях точки — проекции, например A', $Б'$ и т. д., представляют точки пересечения с плоскостью изображения $П'$ проектирующих лучей, проведенных через соответствующие точки A, $Б$ и т. д. проектируемого предмета. При центральном проектировании все лучи проходят через центр проекции S. При параллельном проектировании все лучи параллельны между собой, т. е. можно предположить, что центр проекции находится в бесконечности.

В архитектуре и живописи применяют способ центрального проектирования, который дает возможность получить изображения предметов такими, какими мы их воспринимаем в действительности.

Чертежи в машиностроении выполняют по правилам, основанным на способе параллельного проектирования, причем предполагают, что все проектирующие лучи не только параллельны между собой, но и перпендикулярны к плоскости изображения. Для получения чертежа этого недостаточно, необходимо еще одно важное условие, которое станет ясным, если сначала мы рассмотрим получение наглядного изображения — технического рисунка — по правилам, основанным также на способе параллельного прямоугольного проектирования, т. е. изображаемый предмет будем проектировать параллельными и перпендикулярными лучами.

Сущность получения таких наглядных изображений показана на рис. 5.

С проектируемым предметом как бы связывают три взаимно-перпендикулярные оси, называемые осями отнесения. За оси отнесения лучше принимать, например, линии пересечения плоскостей симметрии данного предмета и линии пересечения основания предмета с этими плоскостями симметрии, а также оси вращения. Отметим, что для несимметричных предметов при построении их наглядных изображений за оси отнесения лучше принимать такие направления, которые будут параллельными большинству элементов данного предмета, т. е. ребрам, граням, осям.

Далее, вместе с осями отнесения предмет проектируют на плоскость изображений. Причем его располагают так, чтобы ни одна ось отнесения не проектировалась в точку. Это значит, что ни одна ось отнесения не должна быть ни перпендикулярна, ни параллельна плоскости изображений. Заметим, что на полученном изображении все эле-

менты предмета (ребра, грани, оси цилиндрических элементов), параллельные осям отнесения, сохраняют эту параллельность. Однако размеры уменьшаются на определенный коэффициент искажения, который может быть по каждой оси различным. Кроме того, прямые углы изо-

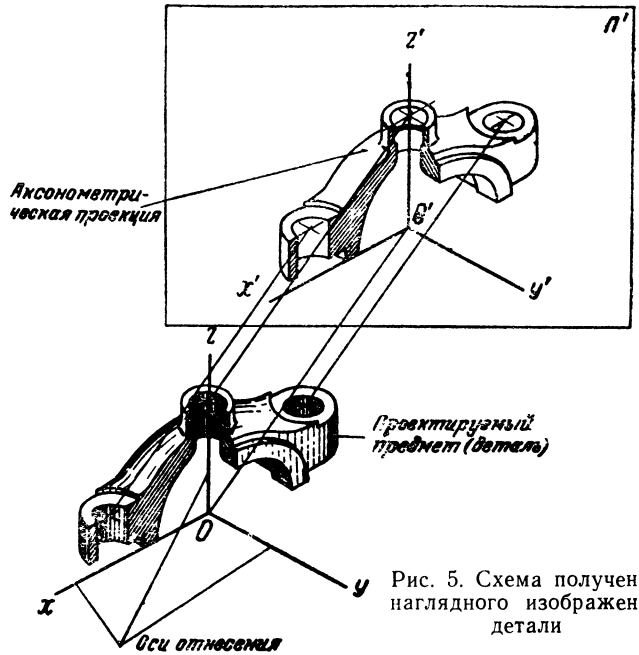


Рис. 5. Схема получения наглядного изображения детали

бразятся тупыми или острыми. Все это вытекает из общих свойств параллельного проектирования.

Построить такое изображение просто. Надо провести сначала оси, т. е. проекции осей отнесения, и затем откладывать по ним с соответствующим уменьшением размеры, замеренные по направлениям осей отнесения до характерных точек самого предмета. Параллельность элементов проектируемого предмета при этом должна сохраняться. Таким образом, процесс построения сводится в основном к измерениям по осям. Отсюда и название этого вида изображения — «аксонометрическая проекция», где слово «аксонометрическая» означает измерение по осям.

В практике нашли применение следующие виды аксонометрических проекций: изометрия, диметрия. На рис. 6, *б*, 7, *б* показаны для них оси, являющиеся проекциями трех взаимно-перпендикулярных осей отнесения, и указаны коэффициенты сокращений по каждой оси.

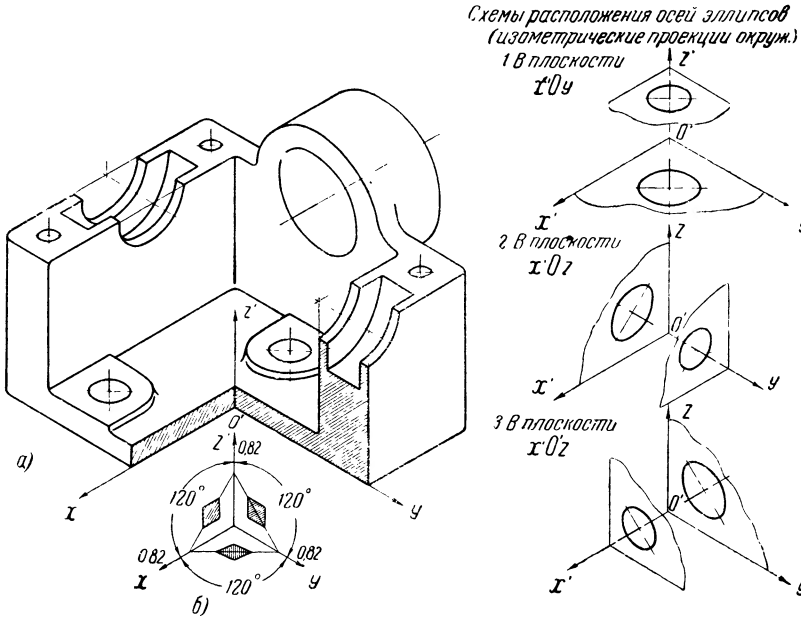


Рис. 6. Изображение детали в изометрии. Внизу изображена диаграмма масштабов и направлений «спроектированной» штриховки в разрезах

Пример изображения детали в изометрии приведем на рис. 6, *а*, в диметрии — на рис. 7, *а*. Из этих примеров видно, как изображаются окружности в координатных плоскостях и им параллельных.

Детали на рис. 1 были построены таким же способом.

Как отмечалось, для полного уяснения формы большинства деталей, особенно несимметричных, одного аксонометрического изображения недостаточно, потребовалось бы несколько изображений.

Способ построения аксонометрических проекций хотя и простой, однако трудоемкий, причем элементы деталей мы воспринимаем с некоторым искажением; представить их форму и действительные размеры не так просто.

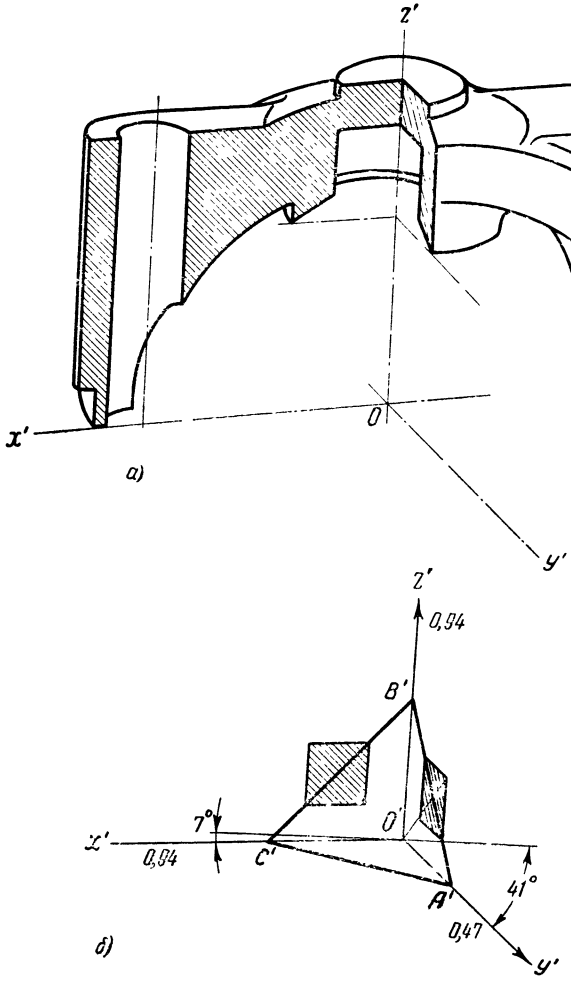


Рис. 7. Изображение детали в диметрии. Внизу изображена диаграмма масштабов и направлений штриховки в разрезах

После рассмотрения аксонометрических проекций теперь несложно будет уяснить важное условие получения проекционного чертежа [1].

Повернем деталь так, чтобы оси отнесения оказались попарно параллельными трем взаимно-перпендикулярным плоскостям: $П_1$, $П_2$, $П_3$, как показано на рис. 8, *а*. Очевидно, что при таком положении детали ее элементы спроектируются хотя бы на одну из плоскостей проекций без искажения, а сами проекции будут представлять простые изображения фигуры. Далее совместим все плоскости $П_1$, $П_2$ и $П_3$ в одну плоскость изображения. Для этого будем вращать плоскость $П_1$ вокруг оси Ox_{12} по направлению, указанному стрелкой, до совмещения с плоскостью $П_2$, а плоскость $П_3$ — вокруг оси Oz_{23} по направлению, указанному стрелкой, до совмещения с той же плоскостью $П_2$. Мы получим на плоскости, которая будет являться как бы носителем трех полей проекции $П_1$, $П_2$, $П_3$, комплекс изображений, или, иначе, комплексный чертеж (рис. 8, *б*). Обратите внимание, как совместились проектирующие линии на комплексном чертеже (их называют линиями связи) и запомните, пользуясь этими линиями, взаимное расположение изображений.

Изображение на поле $П_2$ носит название *главного вида*; строго под ним располагается *вид сверху*, справа от него — *вид слева*. Отметим, что на рабочих чертежах линии связи не проводятся, но чтобы по комплексному чертежу прочитать форму детали, нужно всегда уметь мысленно эти линии представить и воспроизвести. Итак, полученный чертеж дает полные сведения о форме и размерах детали благодаря применению нескольких изображений (комплекса) и расположению детали относительно плоскости изображения так, что большинство или все ее элементы (грани, ребра, оси) проектируются хотя бы на одном из изображений комплексного чертежа без искажения. По сравнению с аксонометрией все эти построения нетрудоемкие, отличаются простотой и удобством для измерения. Отметим некоторые свойства проекций (рис. 9):

1. Грани (торцы деталей), параллельные плоскости проекции, проектируются на нее в натуральную величину.

---

[1] Разработка способов построения изображений (чертежей) пространственных фигур на плоскости составляет одну из основных задач науки, называемой начертательной геометрией.

В книге применены обозначения по системе, разработанной Н. Ф. Четверухиным.

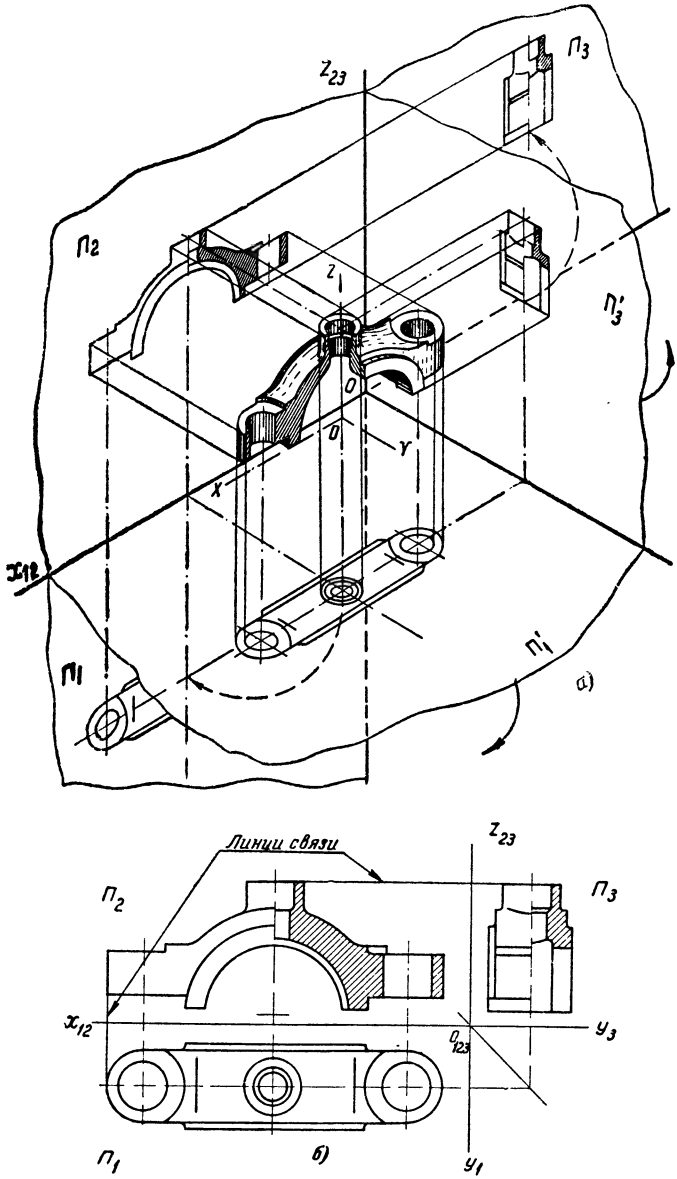


Рис. 8. Получение чертежа:

а — деталь расположения относительно трех взаимно-перпендикулярных плоскостей проекции так, что ее элементы проектируются на одну либо две плоскости проекций в натуральную величину; *б* — плоскости проекции с их изображениями повернуты до взаимного совмещения — получен чертеж из трех изображений (комплексный чертеж)

Так, например, грань $ABCD$ проектируется на плоскость Π_3 в натуральную величину, т. е. грань $ABCD$ и ее проекция $A_3B_3C_3D_3$ на плоскость Π_3 совпадают по форме и размерам.

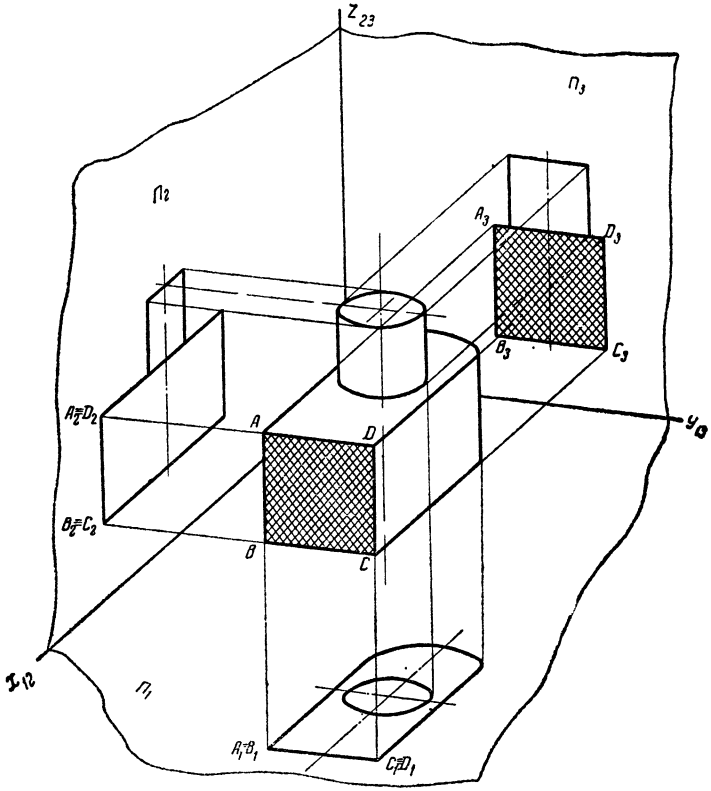


Рис. 9. Чертеж, иллюстрирующий свойства прямоугольных проекций

2. Грани, перпендикулярные к плоскости проекции, проектируются на нее в виде прямых линий. Так, например, грань $ABCD$ проектируется на плоскость Π_2 в виде прямой линии $A_2B_2 \equiv D_2C_2$ (знаком $\equiv$ отмечают совпадение линий, точек).

3. Ребра, расположенные параллельно плоскости проекции, проектируются на нее также в натуральную вели-

чину. Так, например, вертикальные ребра AB и DC проектируются на плоскость $П_3$ в натуральную величину.

4. Ребра, перпендикулярные к плоскости проекции, проектируются на нее в виде точек. Так, например, ребро AB проектируется на плоскость $П_1$ в виде точки $A_1 \equiv B_1$, т. е. проекции вершины A и вершины B совпадают; ребро BC проектируется на плоскость $П_2$ также в виде точки $B_2 \equiv C_2$.

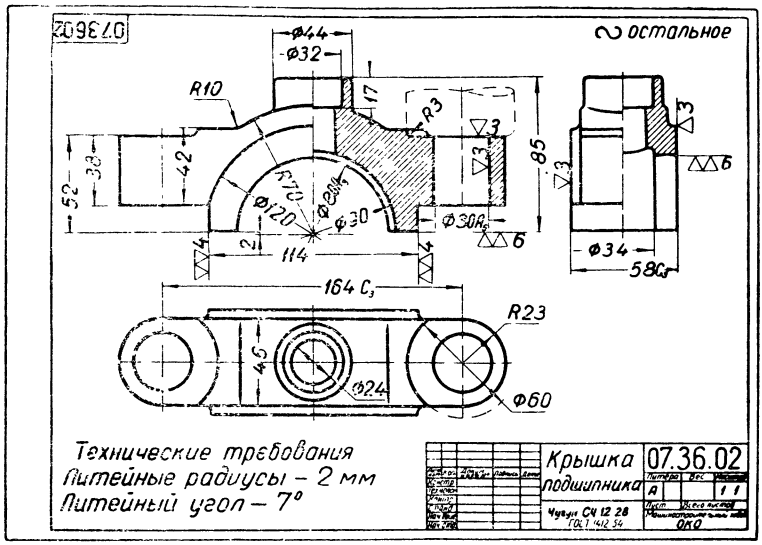


Рис. 10. Пример рабочего чертежа детали

Конструктор при составлении чертежей обычно не имеет ни готовых деталей, ни наглядных изображений. Эти детали он конструирует, отображая на бумаге в первую очередь их форму.

Обладая хорошо развитым пространственным представлением, он изображает их так, как мы их рассматривали, используя свойства проекций.

В процессе конструирования узла — сборочной единицы — рождается сборочный чертеж, на котором все детали даны по взаимной связи и отображена форма всех элементов. Такой чертеж технического проекта часто называют конструктивным сборочным. По нему конструктор в дальнейшем составляет рабочие чертежи деталей и ра-

бочие сборочные чертежи узлов. Рабочему очень важно научиться хорошо читать рабочие чертежи — понимать по чертежу форму, размеры, технические указания, чтобы правильно изготовить деталь или собрать узел.

Пример рабочего чертежа детали показан на рис. 10. В нем, как мы видим, отображена не только форма детали, но и содержатся размеры, технические требования, необходимые для ее изготовления. К этому чертежу мы вернемся, когда будем рассматривать чтение рабочих чертежей деталей.

§ 2. ОСОБЕННОСТИ ЧТЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Чтобы читать чертежи, надо знать способ их получения и принятые условности. В предыдущем параграфе были рассмотрены способ получения параллельных прямоугольных проекций и некоторые важные их свойства. На рабочем чертеже графическими изображениями, основанными на этом способе, при помощи различных условно упрощенных изображений и цифровых обозначений, а также сокращенных записей дается как бы «описание» детали или узла. В этом описании должно содержаться все необходимое для изготовления изображенного изделия. Графическое описание или рабочий чертеж, отвечающий требованиям производства, содержит: 1) изображения формы детали или узла, 2) необходимые размеры с допусками и указанием чистоты поверхности; 3) технические требования; 4) оформление и обозначение масштаба.

Особенности чтения чертежей, «написанных» на графическом языке техники, заключаются в том, что всегда имеется возможность зрительно охватить все изображения на чертеже и уяснить форму детали в целом, начиная от главного вида.

Этот процесс может быть настолько быстрым, что опытный рабочий или конструктор с первого взгляда может получить достаточно полное представление о форме детали. Кроме того, по чертежу бывает нагляднее всего установить, какую величину указывает тот или иной размер, к какому элементу детали он относится, какого класса точности размеры и какая чистота поверхностей. Имеется также возможность благодаря единому стилю и определенной системе оформления чертежей легко прочитать все технические требования к готовому изделию и

принимать решения о наиболее целесообразном технологическом процессе изготовления детали по чертежу.

Рассмотренные особенности чтения чертежей указывают на большие достоинства чертежа — все его содержание можно прочитать быстро и безошибочно.

§ 3. МЕТОДЫ ЧТЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

По чертежу можно быстро и безошибочно получить полные сведения о детали, необходимые для ее изготовления. Для этого надо уметь читать изображения, размеры и обозначения на чертеже; научиться видеть размерные базы, отмечать сопрягаемые элементы и т. д. Какими же способами можно этого достигнуть, с чего начать?

В первую очередь надо проверить себя на сравнительно простых примерах, ясно ли вы представляете способ получения чертежа и форму изображенного на нем предмета.

Первый раздел ставит целью систематизировать уже известные сведения, наглядно раскрыть наиболее важные: чтение формы, обоснование простановки и нанесения размеров, взаимное согласование сопрягаемых элементов деталей, а также расширить и углубить знания, необходимые для практической работы по чертежам. Чтобы усвоить изложенные сведения, а главное, уметь применять их в своей практической работе при чтении производственных чертежей, рекомендуются такие методы, которые согласуются с конкретными производственными задачами.

Первый метод. Составление эскизов отдельных деталей с последующей критической сверкой их с чертежами, по которым они были изготовлены. При составлении эскизов следует применять правила, установленные стандартами, так чтобы эти эскизы просто и быстро читались, не содержали каких-либо излишеств, «ребусов» — отвечали требованиям производства. Пример такого эскиза показан на рис. 11.

Второй метод. Изучение по чертежу формы детали и простановки размеров путем расчленения ее на простые геометрические тела. При этом надо поставить перед собой вполне конкретные производственные задачи, например:

составление чертежа деревянной модели, по которой будет производиться формовка в случаях литья в землю;

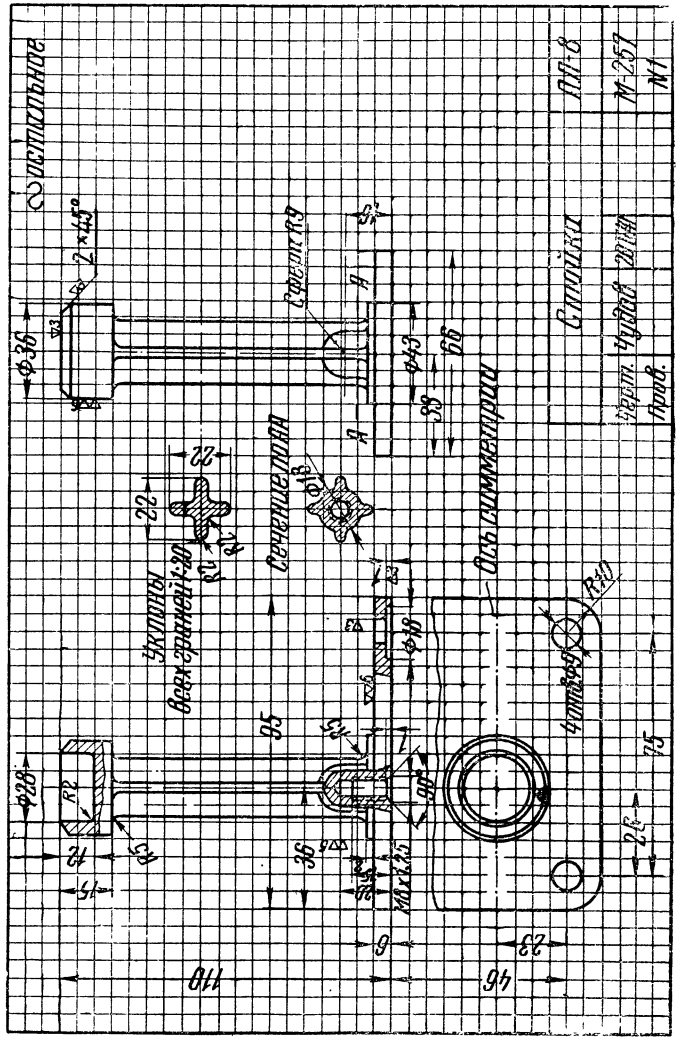


Рис. 11. Пример эскиза детали

такие модели (рис. 12, *а*) и будут комбинациями из простейших геометрических тел (рис. 12, *б*);

составление других вариантов выполнения детали; так, например, если сложную литую деталь перевести на сварной вариант, то полученный сварной узел будет, как правило, состоять из простейших деталей, ограниченных

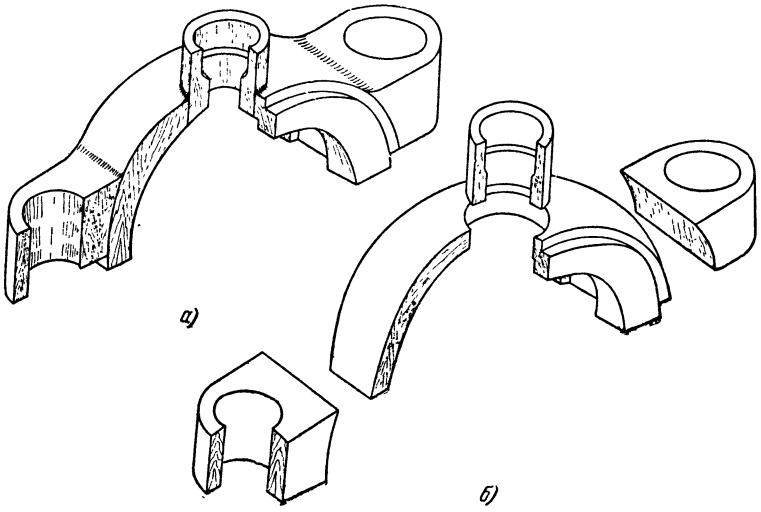


Рис. 12. Пример расчленения сложной детали на основные геометрические тела при проектировании деревянной модели для формовки

известными нам геометрическими поверхностями (цилиндрической, конической, шаровой плоскостью).

Задача вполне практическая, ибо в условиях ремонтного производства и восстановления единичной сложной литой детали сварной вариант будет более выгодным. Однако в практике чаще при переводе изделия на серийный выпуск ставится обратная задача — сварные узлы, многодетальные и трудоемкие, заменяются литыми деталями, которые, как правило, более выгодны при серийном и массовом производствах. Для решения таких задач надо углубленно изучить различные методы изготовления деталей, непрерывно знакомиться с опытом новаторов производства, с парком оборудования и т. д. Выполнение таких упражнений будет приобщать производственников к рационализаторской работе.

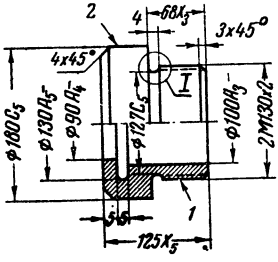
Третий метод. Изучение чертежа детали с использованием технологической карты всего процесса изготовления этой детали, начиная с заготовительного цеха. Технологическая карта обработки нажимной гайки приведена в табл. 1. Глубокое, вдумчивое рассмотрение конкретных технологических вариантов изготовления деталей, изучение передовых методов новаторов производства поможет не только правильно читать чертежи, но и успешно заниматься творческой работой на производстве. В результате могут возникнуть обоснованные и приемлемые предложения, например, по упрощению формы деталей, технологического процесса, экономии материала.

Рассмотренные методы вызывают большой интерес и позволяют глубоко овладеть чтением чертежа. Отметим, что каждый метод, взятый отдельно, не решает поставленной задачи до конца; только вместе взятые они могут составлять некоторую методику для целеустремленного чтения чертежа. Оценивая каждый из рассмотренных методов в соответствии со структурой чертежа, можно заключить, что в развитии навыков чтения формы детали по чертежу хорошие результаты можно получить по второму и первому методам, т. е. выполняя упражнения на расчленение деталей по элементам и на составление эскизов. В развитии навыков чтения размеров на чертежах с обоснованием их простановки лучшим может оказаться третий метод изучения чертежа с использованием технологической карты. По этому методу получение заданной чертежом формы детали, чистоты поверхностей, исполнение размеров и технических указаний будут восприняты гораздо глубже. Чертеж будет изучаться в тесной связи с конкретным оборудованием, технологическими процессами, которые в технологической карте всегда указываются. Станет понятнее, как обеспечиваются заданные чертежом допустимые отклонения от геометрической формы и номинальных размеров.

Изучение чертежа всегда должно проходить в определенной последовательности: сначала общее ознакомление с чертежом, затем уяснение формы, размеров, технических требований. За каждым изображением, обозначением и указанием на чертеже изделия нужно уметь уяснить рациональные действия заготовителя, раскройщика, инструментальщика, разметчика, рабочих всех специальностей, а также контролера и испытателя.

Технологическая карта токарной

Наимено	
Наимено	
Материал	
Род и размер заготовки	
Количество штук в партии	
Составил	



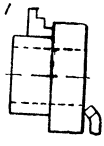
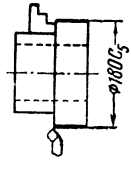
Операции	Установки	Переходы	Содержание установок и переходов	Схемы переходов	Приспособления
I	А	—	Установить заготовку базовой поверхностью *1* в самоцентрирующий патрон и закрепить		Трехкулачковый самоцентрирующий патрон
		1	Подрезать торец ⌀190 *мм* начисто		
		2	Обточить цилиндр до ⌀ 180C_5 на длину 60 *мм* начисто		То же

Таблица 1

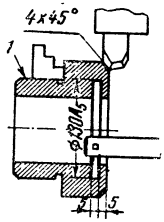
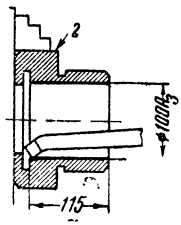
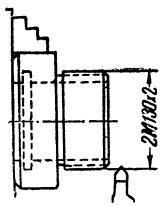
обработки нажимной гайки

вание изделия	*Регулятор*		Чертеж детали	
вание детали	*Нажимная гайка*		*350.04.39*	
Ст. 40; $\sigma_b = 90 \pm 10$ *кг/мм²*	Станок, на котором производится обработка			
Штамповка	Наименование, тип, завод-изготовитель		Краткая характеристика	
200 шт.	*Токарно-винторезный станок завода „Красный пролетарий", модель 1А62*		*Высота центров 200 мм Расстояние между центрами 1000 мм*	
Петров	Дата: *10/IV 1953 г.*	Проверил	*Иванов*	Дата: *15/IV 1953 г.*

Инструмент		Размеры обрабатываемых поверхностей		Режим работы					
режущий	измерительный	диаметр	длина	глубина резания в *мм*	подача в *мм/об*	скорость резания в *м/мин*	число об/мин	число проходов	основное время T_0 в мин.
Проходной отогнутый резец Т15К6	Штангенциркуль	190	55	2	0,5	140	230	1	0,48
То же	То же	190	60	5	0,5	110	184	1	0,65

Операции	Установки	Переходы	Содержание установок и переходов	Схемы переходов	Приспособления
I	А	3	Расточить отверстие $\varnothing 90A_4$ насквозь начисто		Трехкулачковый самоцентрирующий патрон
II	Б	—	Установить заготовку поверхностью *2* в самоцентрирующий патрон с расточечными кулачками и закрепить		Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с расточечными кулачками, двухпозиционный упор на станине
		1	Подрезать торец с другой стороны в размер 125 *мм*		
		2—3	Обточить цилиндр $\varnothing 130A_5$ *мм* на длину 68 *мм* Выточить канавку 4×127 и снять фаску 3 *мм* резцами, установленными в заднем резцедержателе		Дополнительный резцедержатель. Державка на 2 резца

Инструмент		Размеры обрабатываемых поверхностей		Режим работы					
режущий	измерительный	диаметр	длина	глубина резания в *мм*	подача в *мм/об*	скорость резания в *м/мин*	число об/мин	число проходов	основное время T_0 в мин.
Расточной резец Т15К6	Штангенциркуль	90	127	3	0,5	136	480	1	0,53
Проходной отогнутый резец Т15К6	То же	135	25	2	0,5	130	305	1	0,16
Подрезной резец Т15К6. Отрезной резец Т15К6. Широкий фасочный резец Т15К6	То же	135	68	2,5	0,5	98	230	1	0,6
		130	4	5	0,08	94	230	1	0,2

Операции	Установки	Переходы	Содержание установок и переходов	Схемы переходов	Приспособления
III	В	—	Установить заготовку базовой поверхностью *1* в самоцентрирующий патрон с расточечными кулачками и закрепить		Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с расточечными кулачками. Дополнительный резцедержатель
		1—2	Выточить внутреннюю канавку 5×130 и выточить конус 45° широким резцом, установленным в задний резцедержатель		
IV	Г	—	Установить заготовку поверхностью *2* в самоцентрирующий патрон с расточечными кулачками и закрепить		Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с расточечными кулачками
		1	Расточить отверстие ⌀100A_3 на длину 115 *мм* начисто		
		2	Нарезать резьбу 2М130×2 резьбовым резцом начисто		Трехкулачковый самоцентрирующий патрон с расточечными кулачками

Инструмент		Размеры обрабатываемых поверхностей		Режим работы					
режущий	измерительный	диаметр	длина	глубина резания в *мм*	подача в *мм/об*	скорость резания в *м/мин*	число об/мин	число проходов	основное время T_0 в мин.
Внутренний канавочный резец Т15К6. Широкий фасочный резец Т15К6	Шаблон 356.04.39	130	22	10	0,05	75	184	1	2,4
Расточной резец	Калибр-пробка $100A_3$. Штангенциркуль	100	115	5	0,3	150	480	1	0,76
Резьбовой резец	Резьбовой шаблон 60°. Калибр резьбовой 2М130×2	130	63	—	2	18,5	46	4	0,7×8=5,6

§ 4. ЧТЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

Каждый рабочий чертеж немыслим без изображений. Изображения: виды, разрезы, сечения, полученные по правилам, основанным на методе параллельных прямоугольных проекций, — это основа чертежа. При чтении чертежа после общего ознакомления с ним необходимо по изображениям на чертеже уяснить форму детали. Для этого надо:

1) уяснить форму отдельных элементов детали по чертежу, применяя линии связи между изображениями;

2) мысленно расчленить детали на простейшие геометрические тела;

3) уяснить метод разрезов, применяемый для выявления внутренней формы детали;

4) знать правила выявления поперечной формы отдельных элементов детали (применение метода сечений);

5) знать условности, установленные стандартом, применяемые для изображения тех элементов деталей (зубья, резьбы и т. д.), которые потребовали бы при точном вычерчивании сложных и трудоемких построений;

6) правильно находить на чертеже главный вид, который наиболее полно определяет форму детали, и знать, как определить количество необходимых изображений для полного отображения формы всех элементов детали.

Рассмотрим в этом порядке правила чтения изображений на чертеже, затем покажем применение их на конкретном чертеже детали, содержащей большое количество изображений. Возьмем такую деталь, которая потребовала применения абсолютного большинства условностей для отображения ее формы.

Умение хорошо читать форму детали по чертежу позволяет даже при наличии небольших ошибок в чертеже не делать брака в процессе изготовления детали. Изображения находятся во взаимной связи, поэтому неточности в чертеже легко выясняются путем сопоставления всех изображений.

Уяснение формы детали по элементам

На рис. 13 показаны основные геометрические тела в двух проекциях с наглядными изображениями. Линии связи помогают уяснить их форму. На рис. 13, *а* видно,

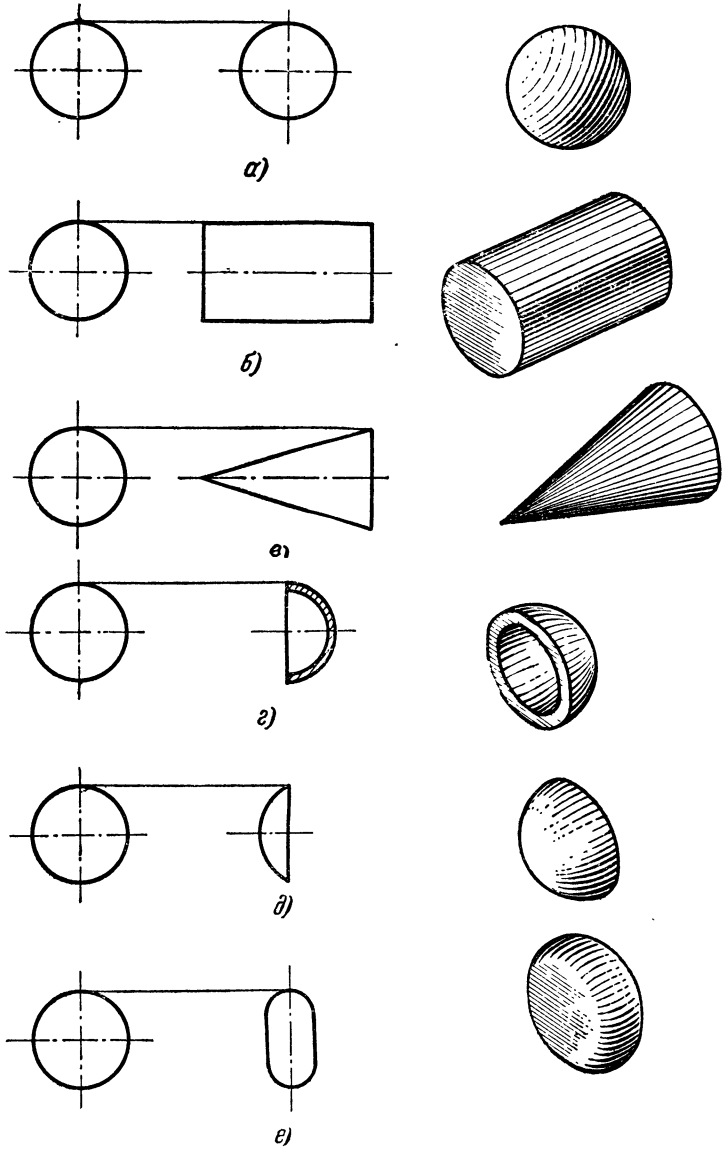


Рис. 13. Чтение основных геометрических тел с применением линий связи

что шар изображается на обеих проекциях в виде одинаковых окружностей.

Если на одной проекции мы видим окружность, а на другой — на продолжении линии связи — прямую, то легко установить цилиндрическую форму элемента (рис. 13, *б*). Проследите, как изобразились конус на рис. 13, *в*, кольцевая поверхность на рис. 13, *е* и части сферических поверхностей, показанных на рис. 13, *г* и *д*.

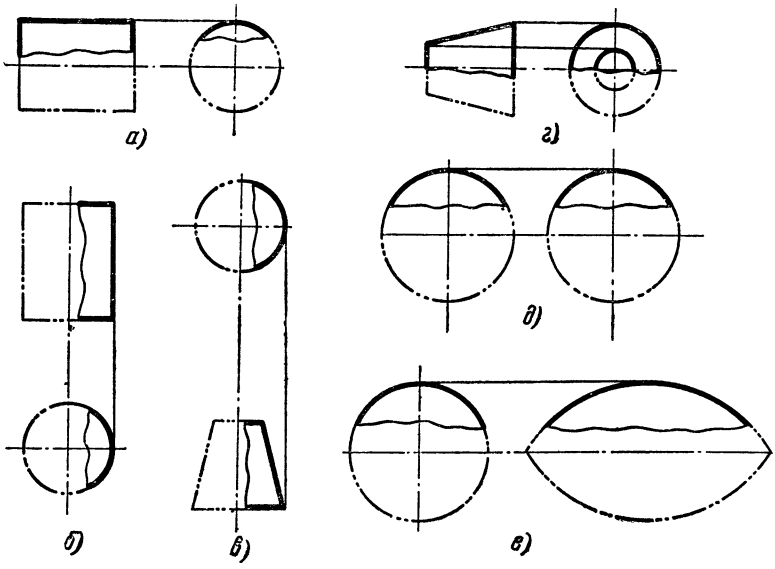


Рис. 14. Чтение формы элементов детали путем дополнения их изображений

Каждая деталь представляет комбинацию геометрических тел или их частей. На рис. 14 показано, что при дополнении геометрических тел легко установить поверхности, ограничивающие отдельные элементы детали. Так, например, если на обеих проекциях радиусы окружности окажутся одинаковыми (рис. 14, *д*), можно сделать заключение, что рассматриваемый элемент детали ограничен шаровой поверхностью. На рис. 14, *е* элемент детали изобразился в виде дуг окружностей, но различных радиусов. Путем дополнения дуги окружности меньшего радиуса до полной окружности станет очевидным, что поверхность, ограничивающая данный элемент детали, не

является шаровой поверхностью. Такую поверхность называют кольцевой

После некоторого навыка чтения чертежей, путем сопоставления двух видов, легко определять, какие поверхности ограничивают деталь (рис. 14, *а*, *б*, *в*, *г*, *е*).

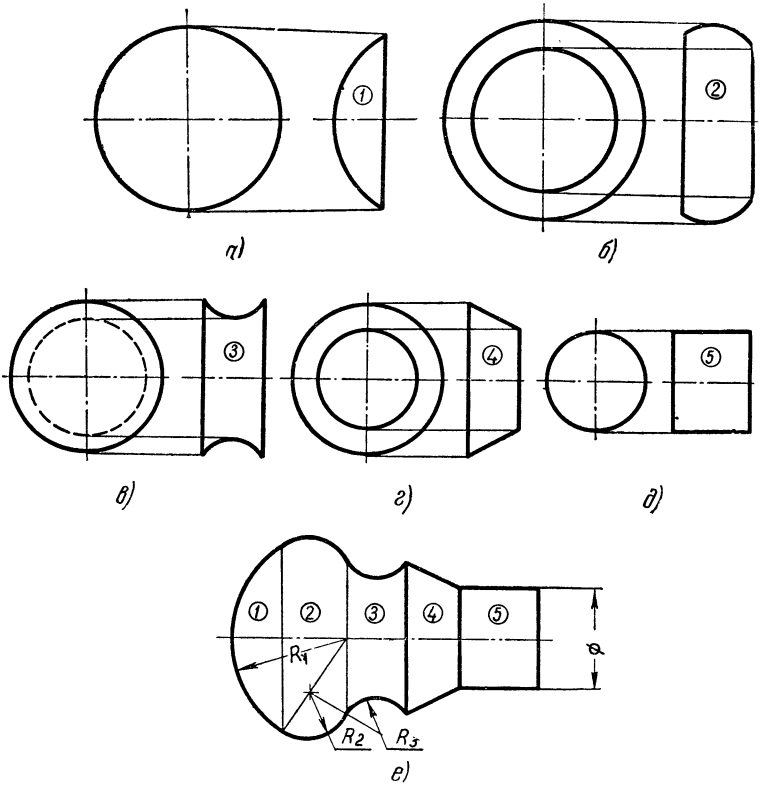


Рис. 15. Образование детали, представляющей тело вращения

На рис. 15, *а*, *б*, *в*, *г*, *д* показаны поверхности вращения, составляющие деталь, и сама деталь в одной проекции (рис. 15, *е*); ось и размеры со знаком ⌀ указывают, что деталь круглая.

На рис. 16 показаны в разных положениях различные поверхности элементов детали, две проекции которых изображаются в виде дуг окружностей. Путем дополнения

их изображений определяем, что на рис. 16, *а* и рис. 16, *б* изображены части сферических поверхностей. На рис. 16, *в*, *г*, *д* изображены части кольцевых поверхностей.

По одной и даже двум проекциям иногда трудно судить о форме данного элемента детали, что очевидно из

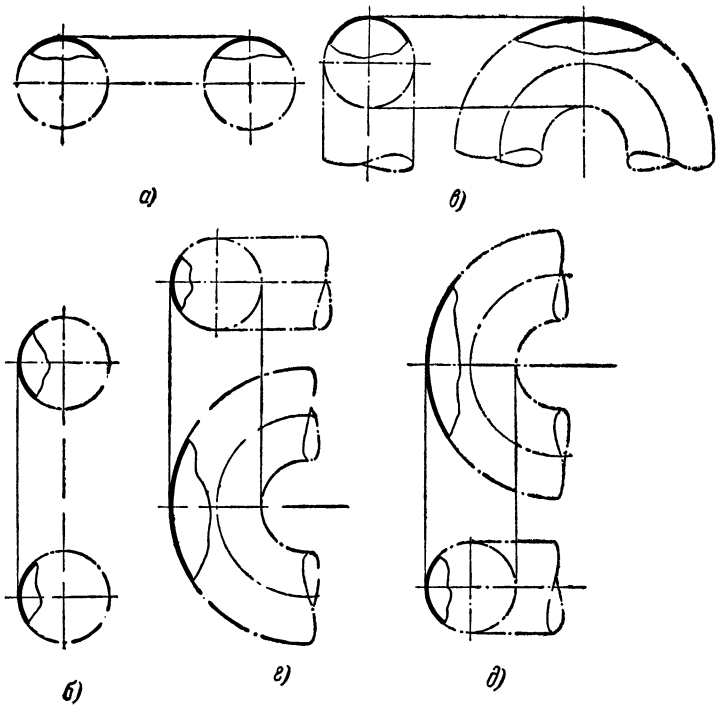


Рис. 16. Определение поверхности отдельных элементов детали, две проекции которых изображены в виде дуг окружностей

рис. 17, *а*, *г*, *д*, *е*, *ж*. На главном виде все геометрические фигуры изображены в виде одинаковых квадратов, однако другие проекции указывают, что геометрические тела в каждом случае различны. Из рис. 17, *б*, *в* видно, что квадраты на главном виде могут представлять проекцию всего цилиндра.

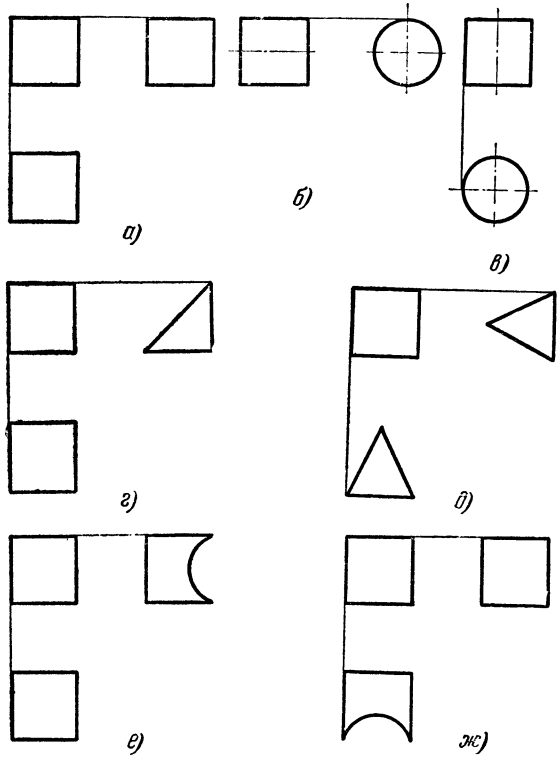


Рис. 17. Примеры геометрических фигур, у которых одна или две проекции одинаковы:

а — куб; *б* — цилиндр в горизонтальном положении; *в* — цилиндр в вертикальном положении; *г* — призма; *д* — пирамида; *е* и *ж* — призматические детали с цилиндрическим желобом. На рис. *д*, *е* и *ж* линии невидимого контура не начерчены

Расчленение детали на простые элементы

Хороших результатов в чтении чертежей можно достигнуть, применяя метод расчленения детали на простейшие геометрические тела. Так, например, знакомый нам чертеж крышки подшипника (рис. 10) можно хорошо уяснить, если рассматривать эту деталь как комбинацию простейших геометрических тел. Установив связь между изображениями, как это мы делали на элементах, можно выделить отдельные геометрические тела в детали. Деревянные модели для формовки в в литейном деле обычно представляют комбинации простейших геометрических тел, как показано на рис. 18.

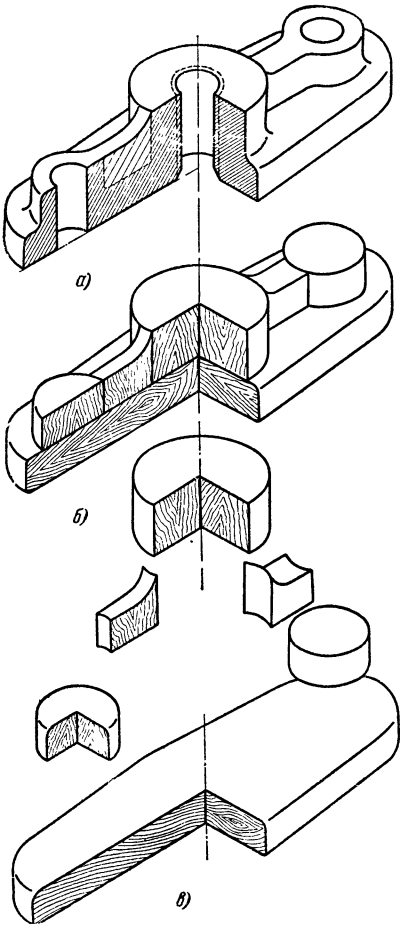


Рис. 18. Составление деревянной модели из простейших геометрических фигур:
а — деталь; *б* — модель для формовки; *в* — элементы модели

На рис. 19, *в* показаны части другой деревянной модели. Из рассмотрения этого рисунка видно, что деталь, изображенная на чертеже (рис. 19, *а* и *б*), представляет также комбинацию простых геометрических тел.

Применение метода разрезов

Как известно, для выявления формы внутренних элементов детали применяют метод разрезов. Метод разрезов подробно рассмотрен в стандарте, где установлены правила его

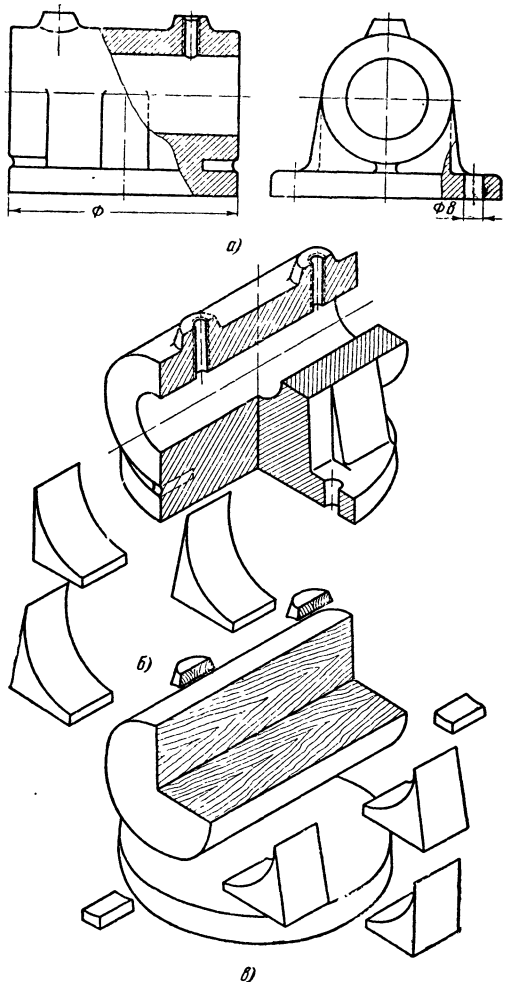


Рис. 19. Чертеж детали и рисунок деревянной модели, составленной из простейших геометрических фигур

применения. Сущность метода разреза и сечения легко уяснить из наглядного рисунка, где даны необходимые пояснения (рис. 20).

На рис. 21 показано применение всех правил этого стандарта на конкретных примерах однотипных деталей, взятых из практики машиностроения. Очень важно правильно применять правила, так как нарушения их могут

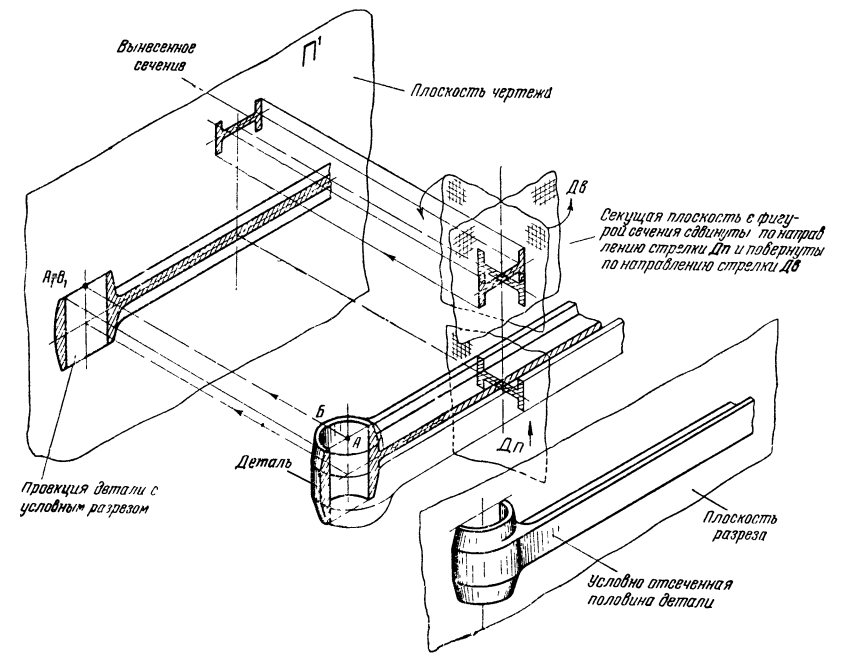


Рис. 20. Схема, показывающая получение условных изображений разрезов и сечений на чертежах

привести к усложнению чтения чертежа. Так, например, правило соединения половины вида с половиной соответствующего разреза стандартом установлено только для деталей, которые проектируются в форме симметричных фигур; если это правило будет применено для деталей, которые проектируются в форме несимметричных фигур, то может получиться брак по вине составителя чертежа или в лучшем случае затруднится чтение такого чертежа.

По методическим соображениям для лучшего усвоения всех правил, установленных стандартом, сначала бе-

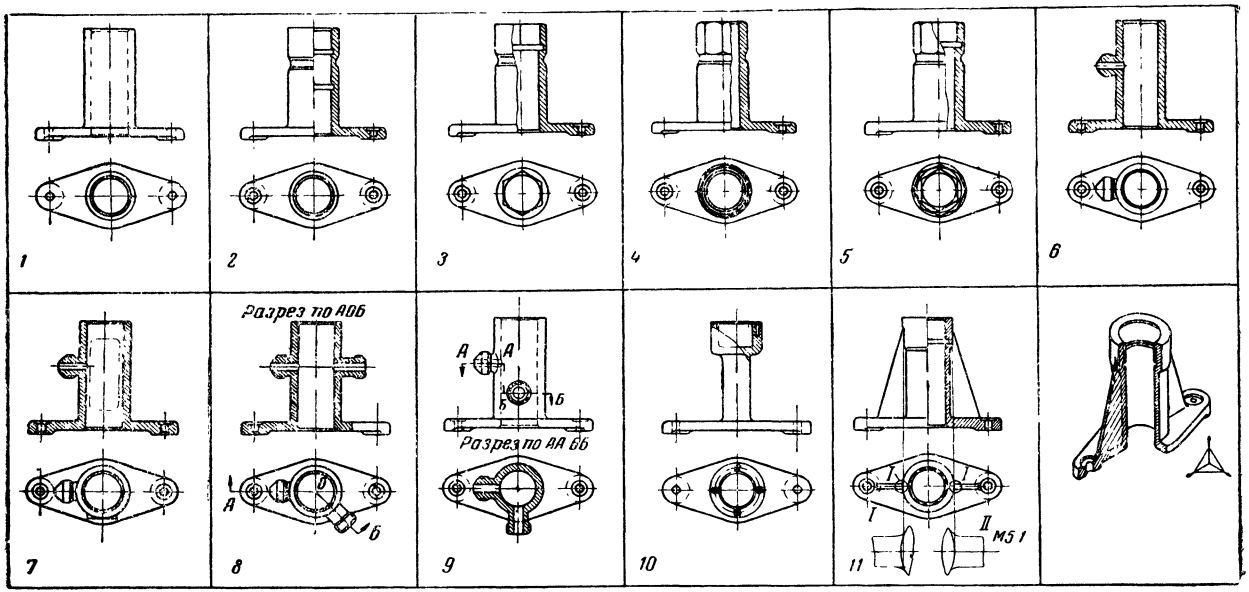


Рис. 21. Примеры чертежей деталей, иллюстрирующие применение всех случаев разрезов

ется чертеж конкретной детали, затем деталь изменяется так, что в каждом случае при выполнении чертежа измененной детали необходимо применять только вполне определенные правила выполнения разрезов, установленные стандартом. Рассмотрим все примеры на эти правила (см. рис. 21).

Первый пример. На чертеже изображена в двух проекциях симметричная деталь, у которой внутренняя форма очень простая (отверстие с коническими фасками), поэтому ее можно выявить с применением линии невидимого контура. Линии невидимого контура в данном случае не будут затемнять чертежа.

Второй пример. На чертеже изображена деталь, полученная на основе первой так, что ее внутренняя и наружная формы усложнены. Поэтому необходим разрез. Однако если дать полный разрез, то внешняя форма окажется не совсем ясной по чертежу, поэтому с целью сокращения графической работы стандарт для таких деталей устанавливает известные нам правила, позволяющие соединять половину вида с половиной соответствующего разреза.

Границей между ними служит осевая линия.

Третий пример. Деталь преобразована так, что с осью симметрии фигуры на главном виде совпала проекция внутреннего ребра. В этом случае соединяют уже только меньшую часть вида с большей частью соответствующего разреза, а разделом между ними будет служить линия вырыва.

Четвертый пример. Деталь изменена так, что для ее изображения потребовалось на главном виде соединить большую часть вида с меньшей частью разреза. Линия обрыва (волнистая) проходит правее оси симметрии для того, чтобы наглядно показать, что ребро, спроектированное на линии симметрии, проходит снаружи.

Пятый пример. В детали снова сделаны небольшие изменения так, что ребра наружного, а также внутреннего элемента детали проектируются на осевую линию. Линия обрыва переходит с правой на левую половину на участке, где наружное и внутреннее ребра на проекции сливаются. Это показывает наличие ребер как снаружи, так и внутри детали.

Таким образом, третий, четвертый и пятый примеры являются частными случаями второго примера.

Шестой пример. Здесь измененная деталь имеет одну плоскость симметрии, а не две, как в предыдущих, так что на главном виде она спроектировалась в форме несимметричной фигуры. В этом случае требуется применять новое правило. Согласно стандарту, чтобы выявить внутренние очертания таких деталей, необходимо дать полный разрез. Если же внешняя форма детали окажется сложной, необходимо применять частичный вырыв или давать на чертеже отдельно также и наружный вид детали.

Седьмой пример. Изображенная деталь отличается от предыдущей одним добавленным элементом, нарушившим ее симметричность. При выполнении разреза этот элемент оказался в отсеченной части. Чтобы не давать дополнительных изображений, этот элемент на главном виде показан условными линиями — контуром наложенной проекции. Необходимость такого незначительного наслоения здесь вполне оправдана (очевидно, что размеры для данного элемента придется давать на условном изображении).

Восьмой пример. Изменение детали потребовало применения нового случая разреза. На главном виде потребовался сложный частичный разрез, который должен быть изображен и обозначен, как показано на чертеже.

Девятый пример. Изменение расположения одного штуцера в этом случае обусловило целесообразность применения ступенчатого разреза на горизонтальной проекции. Ступенчатые разрезы в таких случаях изображаются и обозначаются, как показано в этом примере.

Десятый пример. В измененной детали теперь уже отсутствует сквозное отверстие; имеются только элементы, требующие для выявления внутренней формы применения частичного разреза — вырыва.

Одиннадцатый пример. В измененной детали добавлены ребра для того, чтобы показать, как они изображаются в продольном разрезе.

На чертеже ребра в продольном разрезе показываются незаштрихованными и отделяются линиями видимого контура; на аксонометрическом изображении они обычно штрихуются реже и отделяются линией невидимого контура.

На этих примерах наглядно показано, что в зависимости от формы детали применяется тот или иной разрез. Таким образом, форма детали определяет выбор целесо-

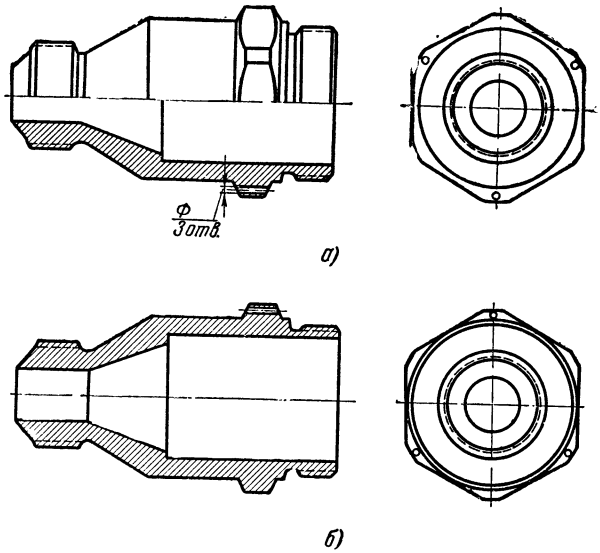


Рис. 22. Полные разрезы для деталей с призматическими элементами и со сложной внешней формой (проектирующейся в виде симметричной фигуры) затрудняют чтение чертежа:

а — рекомендуется; *б* — не рекомендуется

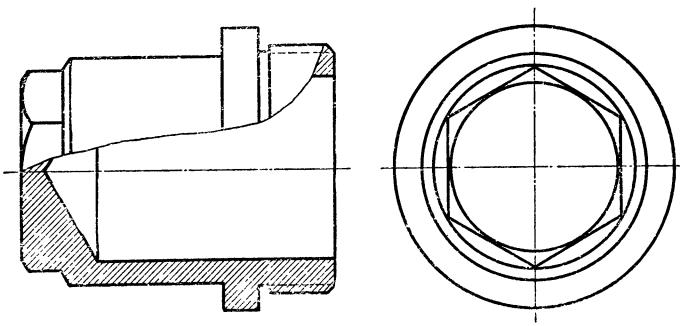


Рис. 23. Детали сложной внешней формы без сквозных отверстий, проектирующиеся в виде симметричной фигуры, предпочтительно изображать с применением частичного разреза (вырыва)

образного разреза. Поэтому при чтении чертежа примененный для выявления внутренней формы детали разрез в некоторой степени характеризует деталь, т. е. можно судить о ее симметричности или несимметричности и т. д. Полные разрезы применяют и для деталей, у которых внешняя форма очень простая. Полные разрезы для деталей сложной внешней формы затрудняют чтение чертежа, что очевидно из сравнения примеров на рис. 22, *а* и *б*.

Для деталей, не имеющих сквозных отверстий, целесообразно применять частичный разрез (вырыв), как показано на рис. 23.

Применение метода сечений

Как известно, для выявления поперечной формы отдельных элементов детали применяют метод сечения. Применение сечений установлено стандартом. Рассмотрим это на примерах.

На рис. 24, в примерах 1—4, показаны различные случаи применения сечений для деталей, у которых две цапфы шатуна соединяются монолитно элементом с различной поперечной формой. В деталях изменяется только форма соединительного элемента. В зависимости от формы этого элемента шатуна применяются соответствующие сечения: наложенное, в разрыве или вынесенное. Рассмотрим все примеры на рис. 24.

Первый пример. Форма поперечного сечения соединительного элемента шатуна такая, что наложенное сечение не пересекается никакими линиями видимого контура. Поэтому этот вид сечения для данной детали является наиболее целесообразным и менее трудоемким в графическом изображении.

Второй пример. Шатун изменен так, что форма поперечного сечения этого элемента лучше выявляется с помощью сечения, расположенного в обрыве между двумя частями шатуна. Если применять наложенное сечение, то оно оказалось бы пересеченным контурными линиями, вследствие чего чертеж будет менее отчетливым при чтении. Изображение с обрывом применяют и для экономии бумаги, так как при изображении некоторых деталей можно уменьшить за счет этого формат чертежа.

Третий пример. Изображенная на чертеже де-

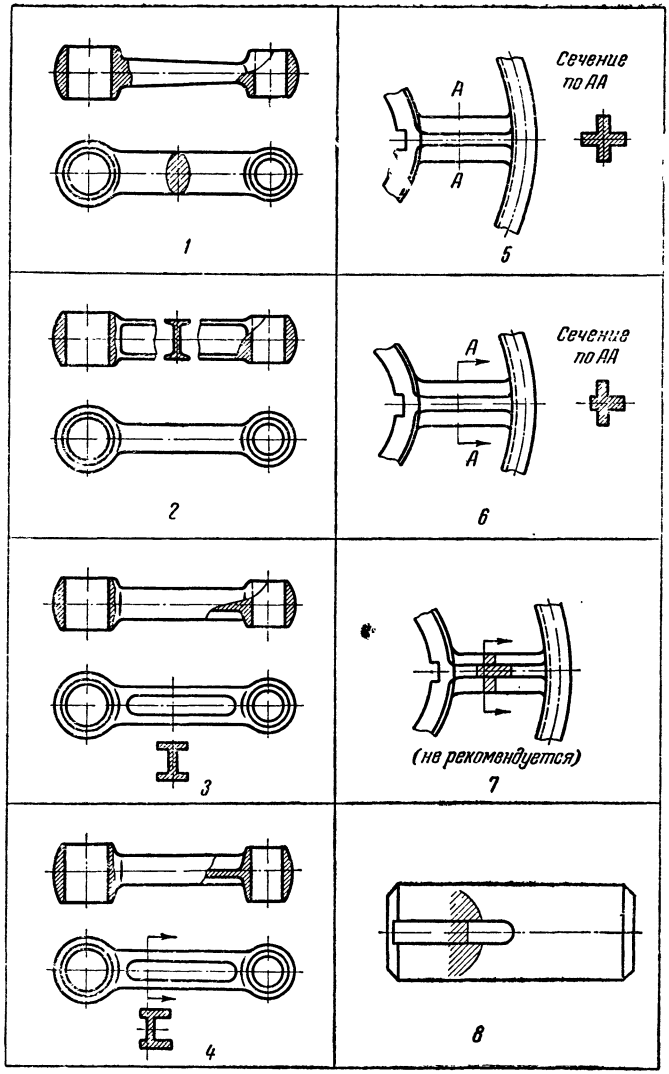


Рис. 24. Примеры чертежей, иллюстрирующие применение всех случаев сечений

таль аналогична предыдущей, и длина ее позволила обойтись без обрыва. Здесь применен наиболее целесообразный случай вынесенного сечения, расположенного на продолжении следа секущей плоскости. Так как сечение оказалось симметричным, то других обозначений и указаний о направлении проектирования не требуется.

Четвертый пример. Деталь изменена так, что поперечное сечение элемента, связывающего две цапфы шатуна, оказалось несимметричным. Поэтому здесь применено также вынесенное сечение, но ввиду несимметричности данного сечения потребовалось на следе секущей плоскости стрелками указать направление проектирования. Это важное правило, так как при отсутствии стрелок на концах следа секущей плоскости уяснить форму значительно труднее, а в некоторых случаях это может привести к браку. На данном чертеже путем сопоставления горизонтальной проекции детали и вынесенного сечения, учитывая направление проектирования, можно вполне определенно установить, что длинные ребра будут расположены ближе к нам, если смотреть на деталь сверху.

Пятый пример. Показана часть зубчатого колеса со спицами. Форма спиц такова, что применить наложенное сечение нецелесообразно, так как оно пересекалось бы линиями видимого контура. Целесообразнее применить вынесенное сечение, так как места для расположения этой фигуры на продолжении следа секущей плоскости не оказалось (мешают изображения соседних спиц). Потребовалось дать соответствующую надпись над вынесенным сечением, а на концах следа секущей плоскости дать обозначение сечения теми же буквами, которые применены при обозначении самого вынесенного сечения. Отсутствие стрелок на концах следа секущей плоскости подсказывает, что фигура должна быть симметричной.

Шестой пример. На детали мы изменили форму поперечного сечения спицы колеса — сделали ее несимметричной относительно вертикальной плоскости. При этих условиях по концам следа секущей плоскости необходимо дать стрелки, указывающие направление проектирования. Наличие стрелок на концах следа секущей плоскости показывает нам, что фигура не должна иметь вертикальной оси симметрии и что длинное ребро расположено ближе к нам.

Седьмой пример. Показана проекция того же

колеса, но с наложенным сечением на изображении спицы. Этот пример показывает нецелесообразность применения в таких случаях наложенного сечения. Чертеж оказался неясным ввиду наслоений.

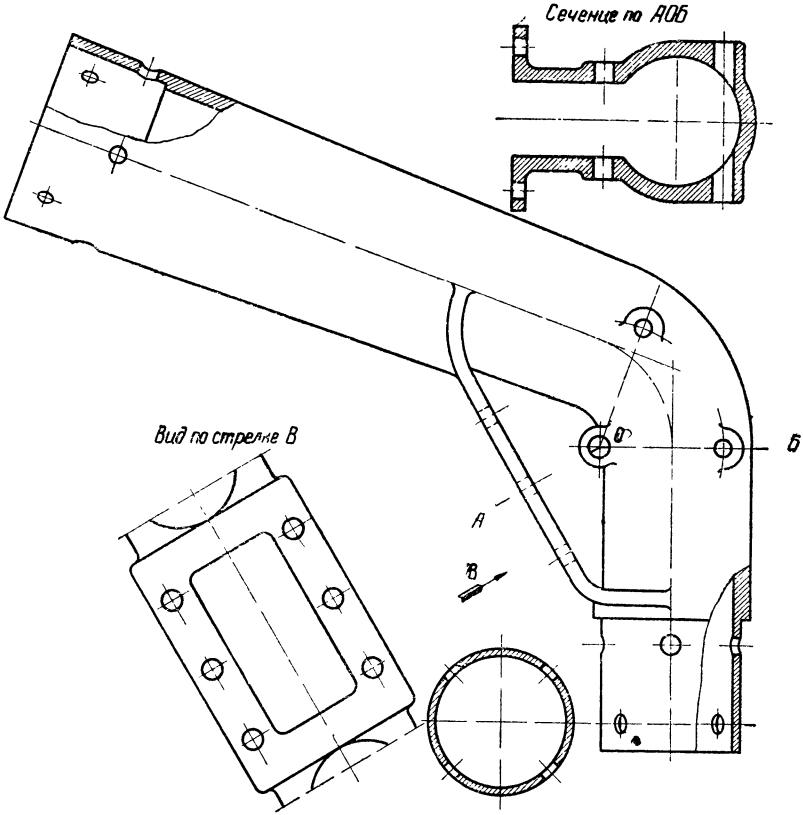


Рис. 25. Пример чертежа со сложным развернутым сечением и проекцией на дополнительную плоскость

Восьмой пример. Применение наложенного сечения с частичной штриховкой также не всегда дает необходимой ясности при чтении чертежа.

На этих примерах рассмотрены случаи простых сечений.

На рабочих чертежах встречаются: а) сложные ступенчатые сечения, образованные путем совмещения в одну плоскость нескольких фигур; сечения, полученные пересечением элементов детали параллельными плоскостями; б) сложные развернутые сечения, образованные путем совмещения в одну плоскость нескольких фигур сечения, полученных пересечением элементов детали плоскостями, расположенными под углом, или цилиндрическими секущими поверхностями. На рис. 25 показана деталь, в которой применены сложное развернутое сечение и проекция на дополнительную плоскость.

Условные изображения формы детали

Условные изображения применяют:

1) для деталей, имеющих такие элементы, как зубья, резьбы, накатки, витки у пружин. Точное изображение этих элементов связано со сложными и трудоемкими графическими построениями;

2) для сокращения количества проекций.

На рис. 26 показаны рисунки деталей, имеющих элементы, которые на чертежах изображаются условно. Рядом даны натуральные изображения этих деталей, причем детали проставлены в положение, удобное для проектирования. Затем приведены конструктивные их изображения, т. е. такие, которые применяются на рабочих чертежах.

На первом примере (рис. 26, *а*) показан валик (круглая деталь). Для деталей, представляющих тела вращения (цилиндр, конус, шар, кольцо), при составлении чертежей обычно ограничиваются одной проекцией, если нет каких-либо других элементов. Наличие оси и размера со знаком диаметра ∅ показывает, что на чертеже изображена именно круглая деталь. Отметим, что оси проводятся и на проекциях симметричных, но не круглых деталей.

На втором примере (рис. 26, *б*) показана деталь с элементом, который фрезерован на квадрат. Плоские грани квадрата отмечены в виде пересекающихся диагоналей тонкими линиями, что указывает на форму квадрата.

На третьем примере (рис. 26, *в*) показана накатка. На чертеже накатку изображают тонкими линиями: па-

раллельными оси, если накатка прямая (ОСТ 26016); наклонными линиями, в двух направлениях под углом, если накатка сетчатая (ОСТ 26017).

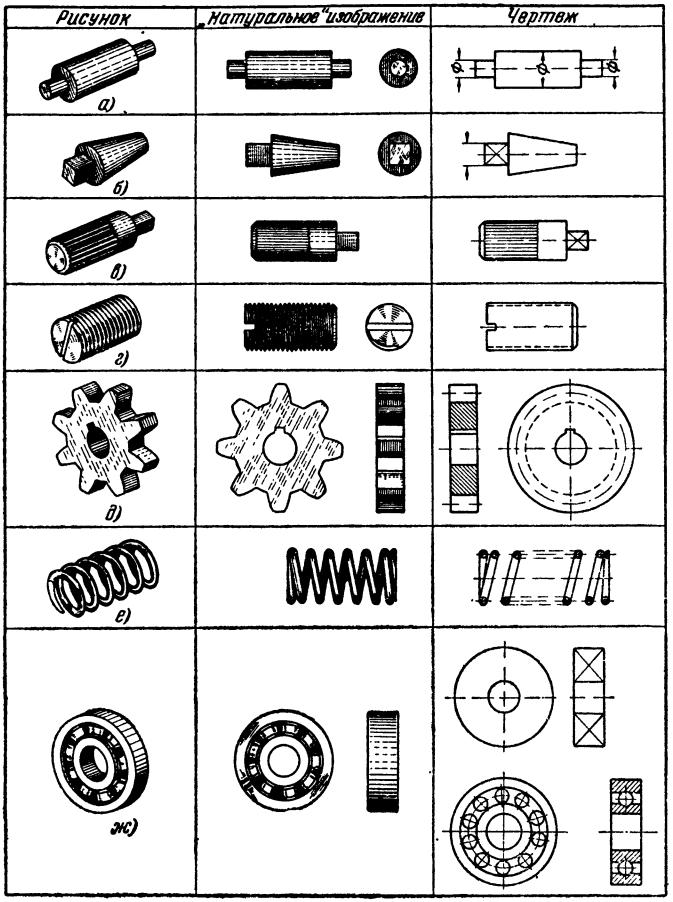


Рис. 26. Условные изображения, применяемые для сокращения количества проекций и упрощения построений в чертежах

Толщина линий, изображающих накатку, берется равной толщине выносных линий данного чертежа. Расстояние между линиями одинаковое — от 0,5 до 2 *мм*, в зависимости от величины изображения.

Если накатка выполняется не по всей длине, то граница отмечается сплошной линией такой же толщины, как и выносные. На виде с торца зубья накатки не изображаются никакими линиями (рис. 27, *а*).

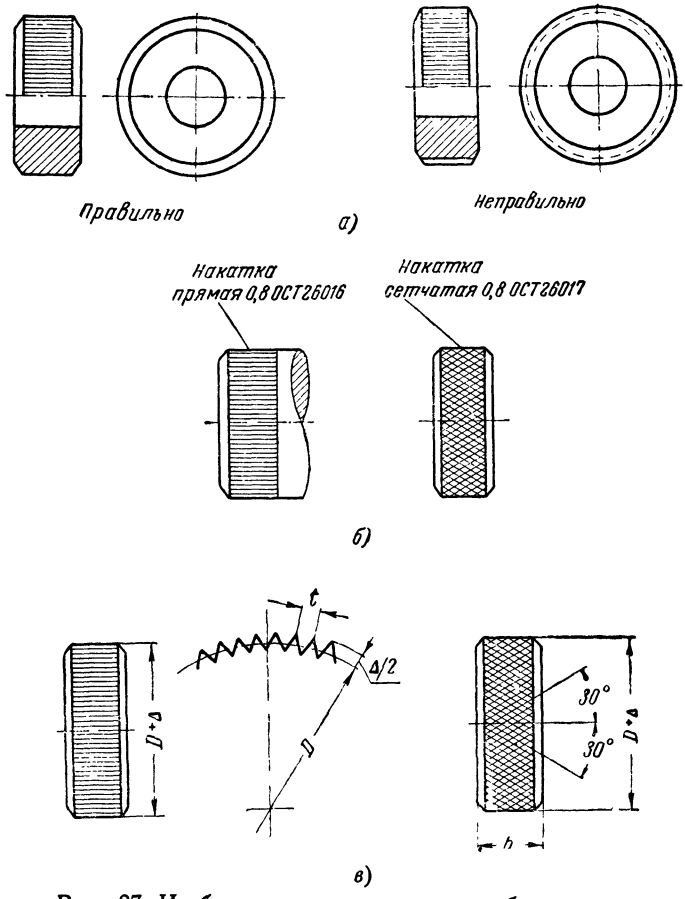


Рис. 27. Изображения накатки и ее обозначения

Накатка на чертежах обозначается согласно стандарту (рис. 27, *б*).

Расстояние между соседними выступами накатки называется ее шагом (рис. 27, *в*, размер t). Этот размер и входит в обозначение накатки. Пример условного обозначения накатки с шагом 0,8 *мм* показан на рис. 27, *б*.

На рабочем чертеже проставляют диаметр D заготовки (до накатывания).

Величина шага зависит от диаметра D заготовки и ее ширины b, а также от материала детали. Чем больше D и b, тем большим назначается t.

Для прямой накатки согласно ОСТ 26016 применяют $t=0{,}5$; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 *мм* для всех материалов.

Для косой сетчатой накатки согласно ОСТ 26017 применяют $t=0{,}6$; 0,8; 1,0; 1,6 *мм* для стали; $t=0{,}6$; 0,8; 1,0; 1,2 *мм* для латуни, алюминия, фибры и т. п.

На четвертом примере (рис. 26, *г*) показана деталь с резьбой. Для точного изображения требуется построить большое количество винтовых линий. Поэтому на

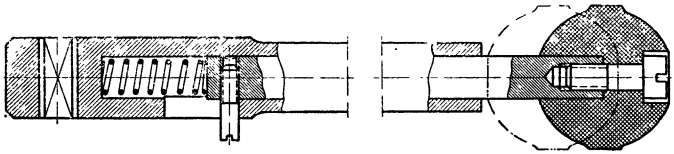


Рис. 28. Пример применения на сборочных чертежах условных изображений в разрезе: соединения на резьбе деталей, пружины, винта, стержня

рабочих чертежах резьбу показывают условно. При изображении резьбы на стержне по наружному диаметру проводят линии видимого контура, а по внутреннему диаметру — штриховые линии (по типу линий невидимого контура). При изображении резьбы в отверстии по внутреннему диаметру резьбы проводят линии видимого контура, а наружный диаметр изображают штриховыми линиями.

На пятом примере (рис. 26, *д*) показано зубчатое колесо. На чертежах зубчатых колес различных зубчатых передач окружности выступов зубьев изображают сплошными линиями такой же толщины, как и все линии видимого контура. Начальная окружность изображается линиями по типу осевых; штриховыми линиями чертят окружность впадин (подробно см. § 17).

На шестом примере (рис. 26, *е*) показана пружина. При точном изображении пружин получаются винтовые линии. На чертежах винтовые линии заменяют прямыми (об условных изображениях различных видов пружин см. в § 17).

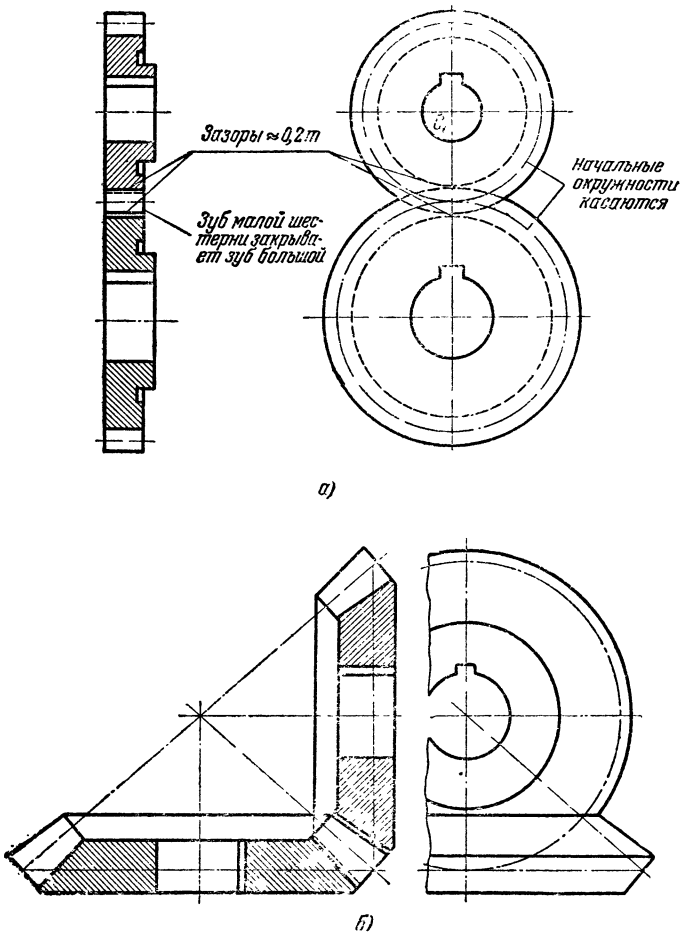


Рис. 29. Условное изображение пары зубчатых колес и зацепления:

а — цилиндрических; *б* — конических

На седьмом примере (рис. 26, *ж*) показано сборочное изделие — шарикоподшипник. На чертежах шарикоподшипники изображают одним из двух вариантов, показанных на этом рисунке. Первый вариант дает большую наглядность и отличается от натурального изображения отсутствием изображения сепаратора и теней. Этот вариант применяют, когда в конструкции встречается мало шарикоподшипников. Второй вариант (менее наглядный) пригоден, когда в конструкции встречается много шарикоподшипников или изображения их оказываются мелкими. Это упрощенное начертание может оказаться «ребусом» ввиду его сходства с отметками некоторых плоских элементов деталей диагоналями.

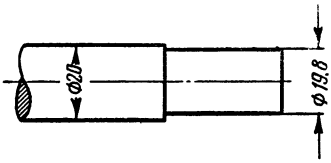


Рис. 30. Пример графического увеличения действительной разницы в размерах

Рассмотрим применение некоторых условных изображений в чертежах.

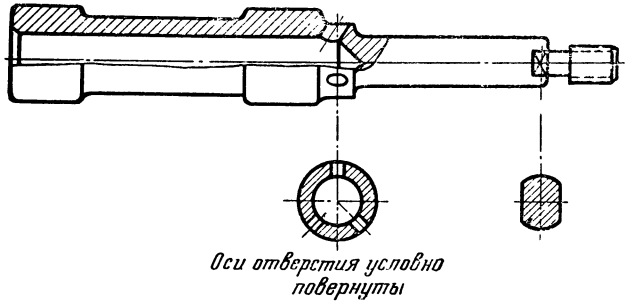


Рис. 31. Условное сечение по наклонным отверстиям в детали

При изображении соединений деталей на резьбе в разрезах внешняя резьба (на стержне), как известно, всегда закрывает внутреннюю резьбу (в отверстии), как показано на рис. 28. Начало резьбы в отверстии — обычно от торца.

Зубчатые колеса в зацеплении изображаются, как показано на рис. 29, *а*, для пары цилиндрических колес, на рис. 29, *б* — для пары конических колес.

Для облегчения зрительного восприятия разницы в размере в некоторых случаях прибегают к графическому увеличению действительной разницы, как показано на рис. 30.

Очевидно, что разницу в 0,1 *мм*, как в рассмотренном нами случае, отобразить точно графически невозможно.

При построении сечения по наклонным отверстиям, как на рис. 31, для большей наглядности предполагается, что оси отверстий расположены в одной секущей плоскости, о чем и дана поясняющая надпись.

Главный вид детали, его расположение на чертеже

При чтении чертежа надо уметь находить главный вид, который характеризует почти всю деталь, а затем по дополнительным изображениям уяснить отдельные элементы детали, не ясные из главного вида.

За главный вид детали принимают тот, который дает наиболее ясное и полное представление о ней. С целью удобства чтения чертежа главный вид должен соответствовать расположению заготовки детали при выполнении основной операции технологического процесса ее изготовления.

Фланцы, крышки, корпуса и другие подобные детали, изготовляемые обычно литьем с последующей механической обработкой (точение, фрезерование, строгание, протяжка и т. д.), предпочтительно изображать так, чтобы основная обработанная плоскость детали (обычно привалочная) была на чертеже расположена горизонтально (рис. 32, *а* сверху). Такое положение детали обычно совпадает с ее рабочим положением в конструкции. Причем эта основная плоскость обычно служит базой для отсчета размеров. Чертеж с изображением детали в таком положении будет удобен для чтения модельщику, литейщику, разметчику и др. Следует отметить, что более прогрессивным технологическим процессом изготовления деталей является точное литье или штамповка без последующей обработки.

Детали, ограниченные поверхностями вращения, т. е. тела вращения (валики, оси, штуцеры, втулки, пробки), необходимо изображать так, чтобы их оси располагались горизонтально относительно основной надписи чертежа (рис. 32, *а*). Это обусловлено не столько рабочим положением детали в конструкции, сколько положением ее заготовки при обработке на станке. Независимо от способа получения заготовок (прокаткой, высадкой, горячей штамповкой, литьем, поковкой) эту группу деталей, как

правило, обрабатывают на металлорежущих станках точением. Более прогрессивными технологическими процессами изготовления деталей этой группы являются процессы, исключающие механическую обработку. Учитывая, что при обработке рабочий будет видеть деталь на стан-

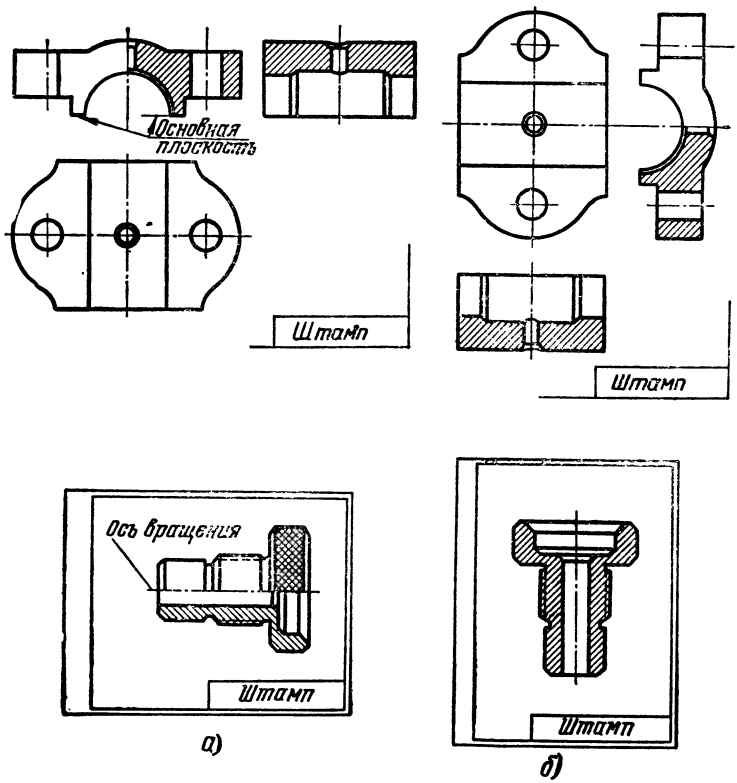


Рис. 32. Главный вид чертежа на примерах типовых деталей:
а — правильно; *б* — неправильно

ке в горизонтальном положении, изображать ее на главном виде чертежа надо в таком же положении.

Детали из листового материала изображают на чертежах так, чтобы ось симметрии была горизонтальной или вертикальной. Если плоская деталь несимметричной формы имеет одну прямолинейную кромку, две или три вза-

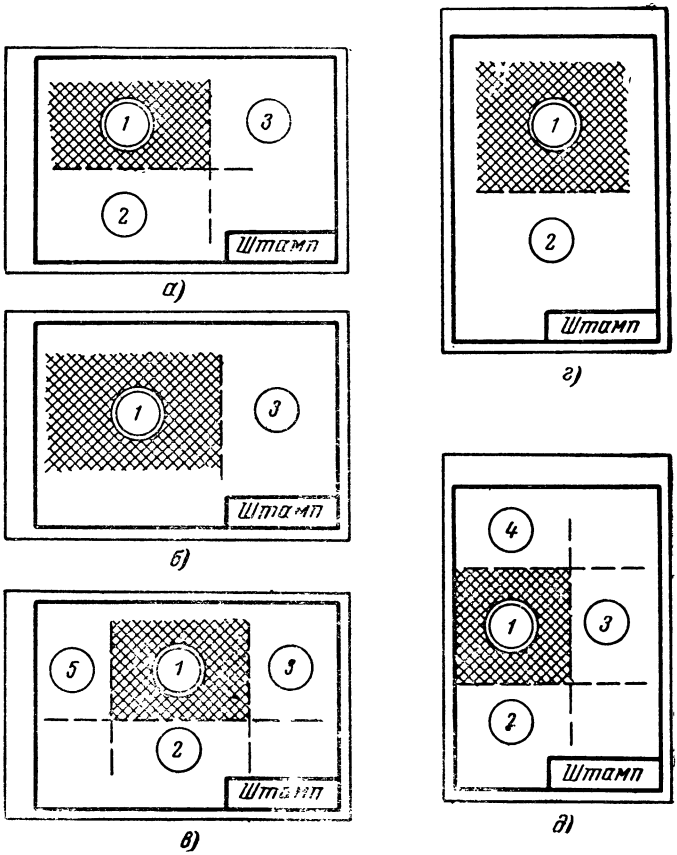


Рис. 33. Схема, показывающая место расположения главного (заштрихованное поле) и других видов на чертежах с различным количеством проекций:

1 — главный вид; *2* — вид сверху; *3* — вид слева; *4* — вид снизу; *5* — вид справа

имно-перпендикулярные кромки, то на главном виде её следует изображать так, чтобы эти кромки приняли вертикальное или горизонтальное положение относительно основной надписи чертежа.

Отметим, что вторую проекцию для плоских деталей из листового материала на чертежах обычно не дают, а заменяют ее указанием в штампе марки материала в форме полуфабриката, например: *Сталь 20А — Л5*, или надписью рядом с изображением, например: *толщина 5*.

Этих трех примеров достаточно, чтобы знать, как выбирается главный вид чертежа.

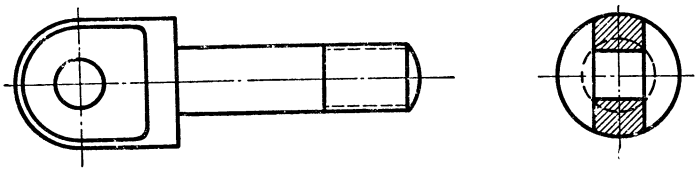
В каком же месте поля чертежа надо располагать главный вид, где его искать на чертеже при чтении? Ведь на чертеже может быть не одна, а две, три и большее число проекций и дополнительных изображений. Для удобства чтения небезразлично, где расположен главный вид. Стандартом установлены общие правила расположения видов на чертеже. На основании этих указаний на рис. 33 наглядно показано место расположения главного вида на всем поле чертежа при различном количестве проекций. Например, для чертежа, состоящего из трех основных проекций (рис. 33, *а*), главный вид располагается в левой верхней четверти поля чертежа.

Опыт показывает, что эти обобщенные, но вполне конкретные рекомендации, показанные наглядно на примерах типовых деталей, облегчат при составлении чертежа решение важного вопроса — выбора и расположения главного вида и, следовательно, всех дополнительных изображений. Значительно облегчается чтение чертежей, если они составлены единообразно — в определенном стиле на все аналогичные детали.

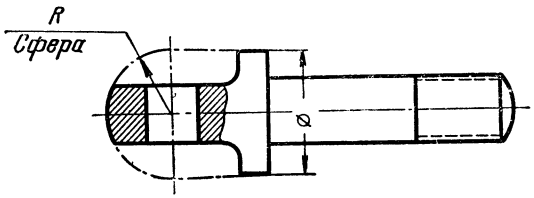
Количество изображений на чертеже

На чертеже должно быть столько изображений, чтобы можно было полно отобразить форму всех элементов детали. Всякое лишнее изображение затрудняет чтение чертежа. Предположим, что форма детали полностью определяется двумя проекциями. Конструктор ошибочно дал третью (лишнюю) проекцию и нанес на ней часть размеров. При чтении такого чертежа рабочий будет стараться уяснить путем сопоставления всех изображений, что нового выявляет эта проекция. В результате, потра-

тив время, он выяснит, что она просто лишняя. Рассмотренные нами положения подтвердим примерами. На рис. 34, *а* показаны две проекции детали, дающие представление о ее форме, но на этих проекциях всех размеров указать нельзя. Если эту деталь изобразить в одной проекции (рис. 34, *б*), то форма детали только по этой проекции будет значительно яснее, больше того, эта про-



а)



б)

Рис. 34. Проекции детали:
а — две проекции не определили форму детали; *б* — одна проекция той же детали полностью определила форму детали

екция полностью определяет форму и размеры детали. По такому чертежу хорошо видны и заготовка детали и глубина фрезерования, закругление фрезы по радиусу, т. е. то, чего мы не видели на предыдущем чертеже. Таким образом, и графическая работа сократилась, и чертеж стал легче читаться.

На рис. 35 показана деталь, которую казалось бы можно на чертеже изобразить в одной проекции. Однако по чертежу в одной проекции эту деталь можно выполнить в двух вариантах: одну деталь с кольцевой выточкой (рис. 35, *а*), другую с двумя глухими гнездами, как показано на рис. 35, *б*. Поэтому в подобных случаях вторая проекция хотя она и без размеров, но крайне необходима для того, чтобы чертеж был определенным и по нему

можно было изготовить только одну деталь, задуманную конструктором.

Правильно построенные на чертеже линии пересечений поверхностей помогают быстрее уяснить форму детали. Так, на рис. 36, *а* изображена деталь, имеющая форму цилиндра с отверстием посредине. Линия пересечения подсказывает нам, что отверстие цилиндрической формы. На рис. 36, *б* показан тот же цилиндрический элемент детали, но с отверстием призматической формы. Правильно построенные линии пересечения призмы с цилиндром позволяют судить о форме отверстия даже по одной проекции — главному виду.

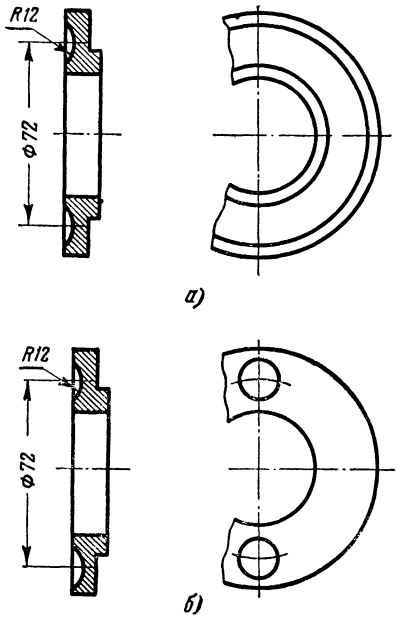


Рис. 35. Чертеж в одной проекции не определяет форму детали — возможны два варианта выполнения детали

На рис. 36, *в* по одной проекции с линией пересечения *1* видно, что на конце цилиндрического стержня имеется прилив в виде шара.

На рис. 36, *г* показан чертеж в двух проекциях, так как по одному главному виду нельзя точно определить форму прилива на конце стержня. Из горизонтальной проекции с линией *1* следует, что этот прилив имеет цилиндрическую форму.

На рис. 36, *д* показана деталь, у которой прямые линии пересечения *1* и *2*, так называемые «мягкие линии», как бы подсказывают нам, что элемент, связывающий две цапфы, ограничен плоскостями. Эти линии пересечения цилиндра плоскостью только тогда окажутся прямыми, когда плоскости будут параллельными его оси. Таким образом, в сечении этого элемента мы получим фигуру

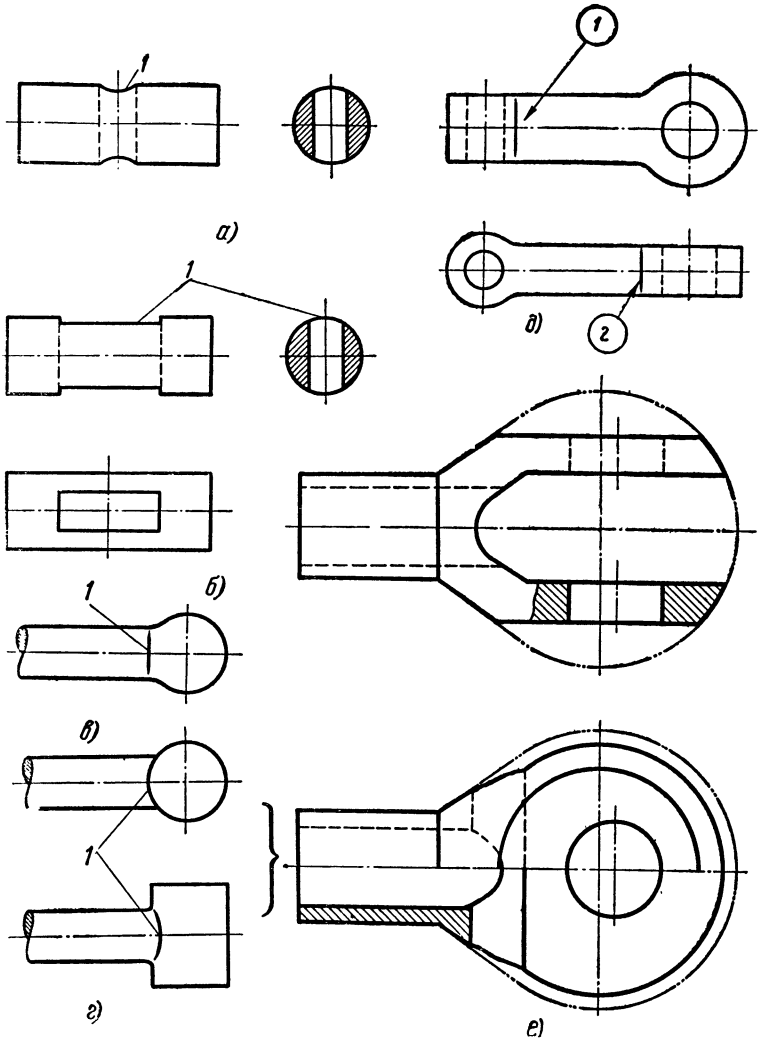


Рис. 36 Линии пересечения помогают быстрее уяснить форму деталей

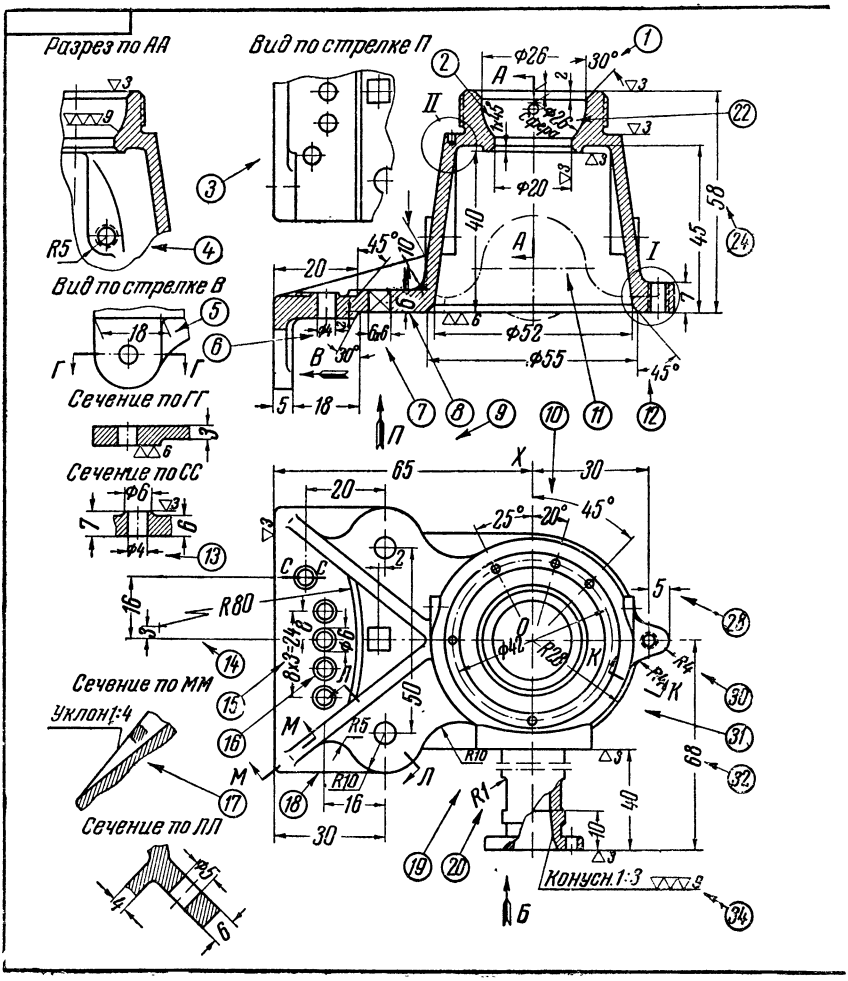
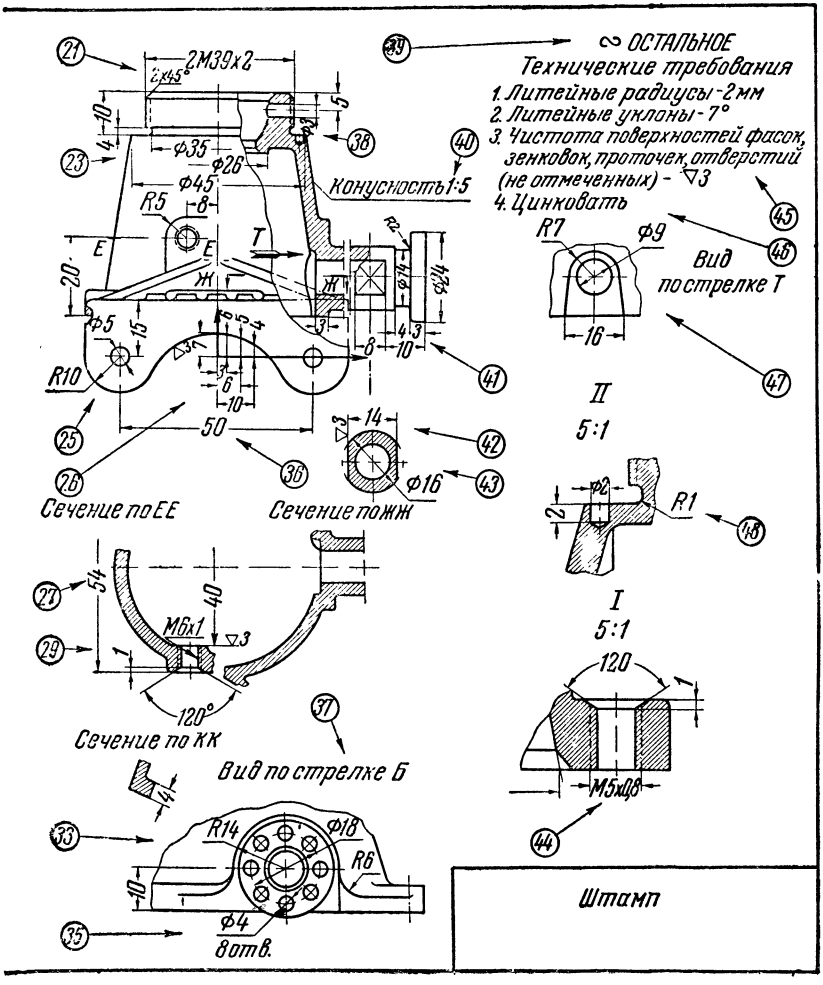


Рис. 37. Чертеж

в виде прямоугольника. В данном чертеже необходимо добавить наложенное или вынесенное сечение, чтобы было ясно, имеются закругления или их нет.

На рис. 36, *е* показано, что правильно изображенные кривые линии (линии среза), полученные от сечения конических и сферических элементов детали плоскостями, значительно помогают уяснить форму детали.



корпуса прибора

Чертежи с большим количеством изображений

В заключение покажем применение всех рассмотренных правил чтения формы на конкретном примере чертежа детали, содержащего большое количество изображений.

На рис. 37 показан чертеж корпуса прибора. Мы ви-

дим три основных изображения и большое количество дополнительных (всего их 15), отображающих формы отдельных элементов детали. Расположение основных видов (проекций) чертежа обычное, *главный вид* располагается в верхней левой четверти чертежа. Рассмотренные выше сведения и правила чтения, на первый взгляд, сложного чертежа позволят нам быстро и правильно раскрыть форму всей детали. Главный вид дает наиболее полное представление о детали, если применить рассмотренный метод разрезов и условные изображения формы.

Необходимо выяснить формы тех элементов, которые оказались неясными из главного вида, а их оказывается очень много: форму фланца на виде сверху, форму вертикального ребра фланца, количество и расположение ребер жесткости, форму элемента, изображенного на главном виде контуром наложенной проекции и т. д. Мы получим ответ путем сопоставления главного вида с двумя другими основными проекциями.

Вид сверху дает представление о форме фланца, расположении, количестве и форме отверстий, ребер, а также о контурных очертаниях приливов на фланце. На верхнем торце детали в том месте, где конус переходит в цилиндрическую форму, находятся небольшие гнезда под штифты; на виде сверху указано их расположение. Вид сверху дает нам общее представление о штуцере, у которого внутри коническая форма, переходящая в цилиндр (на это указывает выноска с надписью), а с торца имеется фланец с отверстиями.

Вид слева показывает форму вертикального ребра фланца и прилива с наружной поверхности цилиндра, а также уточняет отдельные элементы штуцера. На главном виде, как мы видели, был дан полный разрез; это указывает на то, что деталь не имеет симметрии относительно вертикально-поперечной плоскости, проходящей через ось основного конуса. На виде слева деталь проектируется, очевидно, также в форме несимметричной фигуры (симметричность нарушается штуцером, приливом на боковой поверхности конуса и отверстием в верхней цилиндрической части).

Обратимся последовательно к каждому дополнительному изображению, чтобы уточнить форму тех элементов деталей, которые недостаточно ясно видны на основных проекциях.

Сечение по ЕЕ выявляет форму внутреннего и наружного приливов на конической поверхности.

Из *Сечения по ЖЖ* мы видим внутри выемку (нишу). Ее форма по двум изображениям оказалась неясной. Чтобы выявить ее контурные очертания, потребовалось дать *Вид по стрелке Т*. В этой же части чертежа мы видим вынесенное сечение на продолжении следа секущей плоскости. Оно уточняет нам лыски на штуцере и позволяет яснее указать размер между плоскостями лыски.

Штуцер на виде сверху и на виде слева показан с обрывом на том участке, где его форма в поперечном сечении постоянна. Очевидно, что длина штуцера будет больше, и об ее относительной величине по изображению судить нельзя (необходимо сопоставить действительные размеры длины штуцера, проставленные на чертеже).

Для выявления формы прилива штуцера к корпусу и уяснения формы фланца и расположения отверстий дан *Вид по стрелке Б*.

Справа показаны два выносных элемента. Выносной элемент *I* служит для уточнения формы прилива с нарезанным отверстием. Более крупное изображение позволило изобразить фаску и т. д. Выносной элемент *II* изображает в большем масштабе сверленое гнездо, где можно более отчетливо проставить размеры.

Сечение по КК позволяет выявить форму ободочка, так как толщина прилива, показанного на выносном элементе *I*, неодинакова. Обратимся к дополнительным изображениям, помещенным в левой части чертежа. *Разрез по АА* потребовался только для того, чтобы выявить очертания внутреннего прилива на конической поверхности, так как две другие проекции — главный вид и *Сечение по ЕЕ* — форму этого прилива полностью не показывают.

Вид по стрелке В уточняет форму вертикального ребра на фланце. Из этого вида следует, что внутренняя плоскость ребра (в том месте, где толщина наибольшая) ограничена указанным на этом виде контуром. Чтобы выявить толщину между этими двумя утолщенными приливами, потребовалось дать *Сечение по ГГ*, на котором мы видим форму уступа и толщину фланца.

Не все ясно о фланце на виде сверху. Нерассмотренные еще изображения как раз и выявляют те элементы фланца, которые были неясны на главном виде и виде сверху. Так, *Вид по стрелке П* показывает, что уступ сни-

зу идет по прямой (получен, например, на строгальном или фрезерном станке), а не по дуге, как это можно было бы предположить, судя по одному только виду сверху. Отметим, что необходимое изображение оказалось как исключение без размеров. Далее, на главном виде одно отверстие с круговым приливом, крайнее слева, попало в секущую плоскость. Форма его вполне определяется по двум проекциям. Можно считать, что и четыре других отверстия, расположенных в ряд, имеют ту же форму и размеры. Однако с целью уточнения формы и размеров одного прилива с отверстием, который, как говорят, «вышел из строя» и находится в стороне, потребовалось дополнительное *Сечение по СС*.

Вертикальные ребра жесткости (тонкие стенки) на главном виде спроектировались с искажением. С целью выявления их формы и указания уклона потребовалось *Сечение по ММ*. *Сечение по ЛЛ* позволяет яснее представить толщину ребра жесткости и толщину фланца в месте его утолщения.

Как видно из чертежа, отдельные изображения детали, на первый взгляд казавшейся сложной, в действительности оказались очень простыми. Правильная компоновка чертежа, а именно, строгая проекционная связь между изображениями, приближение всех дополнительных изображений к местам, где обозначены секущие плоскости или стрелки, позволила быстро понять все содержание чертежа.

§ 5. РАЗМЕРЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

Чтобы грамотно прочитать размеры и связанные с ними обозначения на чертеже, надо знать, как их проставляют.

Форму детали конструктор уже отобразил на чертеже. Перед ним встает вторая задача — обозначить величины (длину, ширину, высоту, диаметр, глубину) для каждого элемента детали в установленных единицах измерения — миллиметрах. Правда, об этом он думал еще раньше, когда решал вопросы о количестве проекций и о дополнительных изображениях. Причем, давая то или иное дополнительное изображение — сечение, разрез, — он старался показать на них не только форму неясных еще элементов, но и проставить их размеры.

Итак конструктор, проставляя размеры, решает следующие три основных вопроса:

1) какие размеры проставить на чертеже, чтобы для каждого элемента детали они были заданы не только геометрически полно, технологически грамотно, но и согласованы с рациональным производственным процессом, типичным для изготовления данной детали (разметка, обработка, контроль). При этом приходится решать, какие

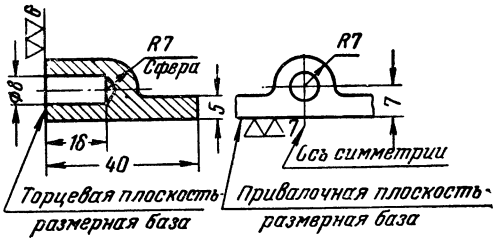


Рис. 38. Пример, на котором обозначения нанесены геометрически полно и проставлены технологически грамотно

именно элементы детали лучше принять за размерные базы для отсчета и измерения контролируемых размеров;

2) как нанести уже назначенные (необходимые) размеры на чертеже, чтобы при чтении они были понятны исполнителям;

3) какие размеры на чертеже детали необходимо согласовать с соответствующими размерами смежных сопрягаемых деталей, находящихся во взаимодействии.

Для пояснения этих вопросов рассмотрим следующий пример. Элемент цилиндрической формы (рис. 38) геометрически полно определится двумя величинами: высотой и диаметром основания или высотой и радиусом основания. Однако на рабочих производственных чертежах размеры проставляют технологически грамотно, т. е. по первому варианту, где рассматриваемый элемент определен диаметром его основания (размер ∅ 8) и высотой (размер 18). В данном случае проставлены размеры элементов, контролируемых при изготовлении и приемке детали. Эти размеры согласованы с производственным процессом (разметка, обработка, контроль) и необходимы рабочему для сверления гнезда под штифт. Размеры проставлены от размерных баз, которые выбраны, исходя из

технологических и конструктивных требований. Так, размер 18 удобнее измерить от торцовой плоскости, а размеры 7 и 5 — точно выдержать от привалочной плоскости.

Размеры нанесены в соответствии с ГОСТ 3458—52, так перед размерным числом диаметра сверленого гнезда нанесен знак ∅ (диаметра), правильно проведены выносные и размерные линии и т. п. Отметим, что размеры конической части сверленого глухого отверстия не проставлены потому, что ее форма и размеры для конструкции и исполнителя безразличны; они зависят от формы нижней части сверла, режимов обработки и материала. На чертежах подобную часть гнезда обычно изображают упрощенно, т. е. угол при вершине конуса выполняют равным 120°, но размер не указывают.

Размер диаметра гнезда должен быть согласован с диаметром штифта, который, очевидно, вставляется в это гнездо.

Остановимся более подробно на том, как конструктор решает эти основные вопросы, на основании каких правил.

Наибольшее количество ошибок при чтении чертежей относится к размерам. Чтобы безошибочно читать размеры на чертежах, надо знать:

1) правила распределения размеров на комплексном чертеже;

2) когда указывают размеры диаметров и когда радиусов, как их наносят;

3) сведения о габаритных размерах;

4) почему размерные цепочки не замыкаются;

5) начальные понятия о размерных базах;

6) сведения о вспомогательных базах и конструктивных размерах;

7) какие размеры наносят от выбранных размерных баз;

8) сокращенные числовые указания, записи и условности, установленные стандартом (ГОСТ 3458—52);

9) как наносят выносные и размерные линии и вписывают размерные числа (по ГОСТ 3458—52);

10) правила простановки размеров и обозначений чистоты поверхностей у сопрягаемых элементов деталей;

11) сведения о размерах на сборочных чертежах.

Ниже рассмотрены все правила по группам, в основном на элементах знакомого нам чертежа корпуса прибо-

ра (рис. 37). Общеизвестные правила техники нанесения размеров (см. пункты 8 и 9) в этом параграфе не приведены, а даны только наименования правил ГОСТ 3458—52 и ссылки на соответствующие элементы чертежа, где применено данное правило.

Все ли рассмотренные ниже правила нашли отражение в стандарте?

ГОСТ 3458—52 «Нанесение размеров» устанавливает общие правила нанесения размеров на чертежах. Эти правила указывают, как нанести на чертеж тот или иной размер, чтобы его можно было отчетливо и понятно читать.

Стандарт также устанавливает сокращенные числовые указания, записи и условности при нанесении размеров, дает общие правила нанесения выносных и размерных линий, вписывания размерных чисел и основные правила распределения размеров на чертежах. Таким образом, стандарт «Нанесение размеров» рассматривает лишь геометрическую сторону вопроса, не устанавливая правил назначения (простановки) размеров в зависимости от выбора конструктивных и технологических баз. Этот стандарт имеет огромное значение, так как он устанавливает единообразное нанесение размеров на чертежах, что делает их общепонятными. При составлении чертежей вопросы по технике нанесения размеров, установленные этим стандартом, очевидно, встают после решения вопросов простановки размеров, т. е. после определения тех величин элементов, числовые размеры которых должны быть назначены на чертеже для изготовления детали с учетом конструктивных и технологических условий.

Чертеж детали, форму которой мы уже подробно уяснили в § 4 (см. рис. 37), поясняет все правила нанесения размеров на машиностроительных чертежах (исключение представляет лишь одно правило, но оно относится к строительным конструкциям — фермам, см. ГОСТ 3458—52, чертеж 34).

Для облегчения нанесения размеров каждому элементу, поясняющему то или иное правило, присвоен порядковый номер. Номера даны на чертеже в кружках с выносками к соответствующим элементам чертежа, которые служат указателями тех мест, где наглядно показано применение каждого рассмотренного правила (для большей наглядности рекомендуется все кружки с номерами

позиций, помещенные на чертеже, раскрасить в разные цвета, соответственно группам).

Работа по составлению такого чертежа была вызвана также и тем, что некоторые правила стандарта, поясняемые отдельными элементами или схемами, а не конкретными полными чертежами, трудны для изучения при чтении чертежей. Поэтому рассмотрение всех правил и условностей на примере одного законченного чертежа и распределение их на группы придают изложенным сведениям справочный характер, очень удобный при составлении чертежей и особенно при их чтении.

Распределение размеров на комплексном чертеже

Безошибочному и быстрому чтению размеров на чертеже способствуют правильно выполненные и размещенные на поле чертежа изображения детали. Это в первую очередь относится к главному виду.

В § 4 мы уже ознакомились с теми соображениями, которые кладутся в основу выбора главного вида; нам известно, где и как располагается он на чертежах типовых деталей машины. Например, было установлено, что такие детали, как валики, оси, штуцеры, втулки и т. п., предпочтительно изображать на главном виде так, чтобы их оси располагались горизонтально относительно основной надписи чертежа, как показано на рис. 39, *а*. Если деталь этой группы изобразить на главном виде чертежа в вертикальном положении (рис. 39, *б*), то рабочий повернет чертеж при чтении в привычное для него горизонтальное положение (рис. 39, *в*), из-за чего отдельные размеры могут быть прочитаны неверно (например сочетания цифр 6; 9; 69; 89; а также 86; 809; 908; 96 и др.).

Мы начали с этого вопроса для того, чтобы показать, как важно правильно держать чертеж при его чтении.

На каждое изображение наносят размеры именно тех элементов детали, для выявления которых эти изображения выполнены. Размеры, относящиеся к одному элементу, наносят на те проекции, где этот элемент наиболее ясно изображен, а не распределяют равномерно, как ошибочно бывает на чертежах. Это очень важное условие, так как рабочий выполняет определенные операции, которые часто можно уяснить по одному изображению чертежа с необходимыми размерами. Иногда основных

изображений бывает недостаточно для того, чтобы ясно проставить размеры тех элементов, которые изобразились с искажением, тогда приходится давать проекции на дополнительную плоскость (см. рис. 25). Там, где необходимо наглядно показать связь проставленных размеров с технологическим процессом, штриховыми линиями показывают контуры режущего инструмента — фрезы, сверла и т. д. (рис. 40).

Рассмотрим все основные правила распределения размеров на комплексных чертежах и наглядно поясним их.

1. Размер наносят только один раз и на той проекции, где наиболее понятно, какую величину элемента он указывает. Повторение размеров может привести к ошибкам и неувязкам в случаях внесения исправлений в чертежи. Это правило иллюстрирует чертеж (см. рис. 37). Указателем *42* показано на этом чертеже место, где на вынесенном сечении нанесены размеры 14 (под ключ) и ∅ 16, т. е. там, где они наиболее понятны. Причем если размер 14 нанести не на это сечение, а на горизонтальную проекцию, то будет значительно труднее понять, величину какого элемента он указывает.

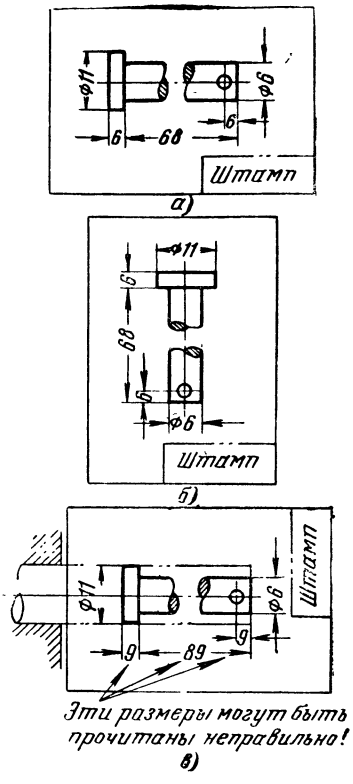


Рис. 39. Правильное расположение главного вида на чертеже помогает безошибочно прочитать размеры:

а — правильно расположенный главный вид; *б* — неудачно расположенный главный вид; *в* — чертеж с неудачно расположенным главным видом, но повернутый в привычное для таких деталей положение при чтении

Если деталь имеет несколько одинаковых по форме и размерам элементов, то в неясных случаях размеры этих элементов повторяют.

Однако это нельзя считать повторением размера. Так,

например, на фланце детали (см. горизонтальную проекцию) имеется пять одинаковых элементов — приливов с отверстиями. Но один элемент, выражаясь образно, «вы-

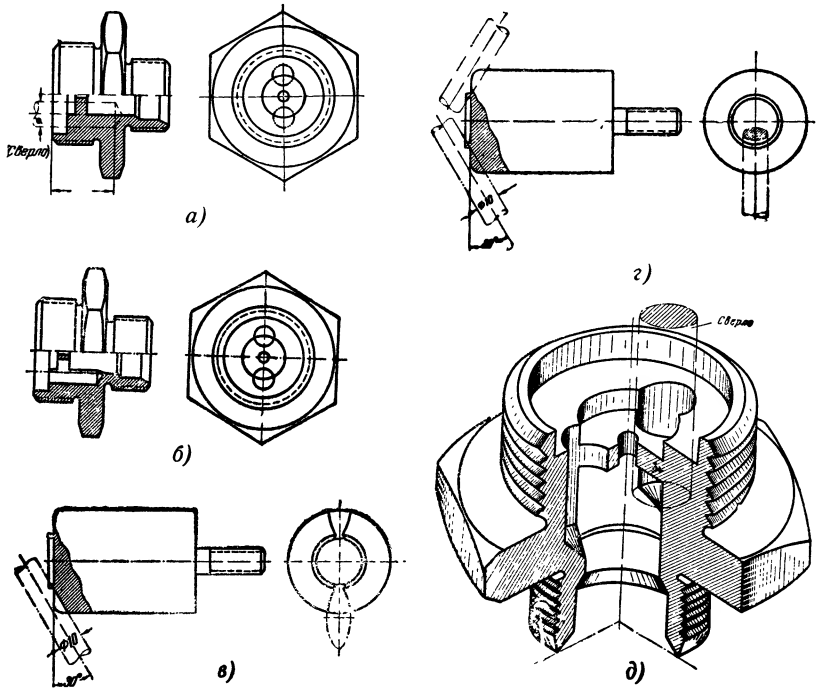


Рис. 40. Изображения контуров режущего инструмента в некоторых случаях помогают уяснить форму и размеры элементов детали, которые не ясны из основных проекций:

а, г — изображение деталей с показом контуров режущего инструмента и без построения линий пересечения; *б, в* — изображение деталей в окончательном виде с показом линий пересечения; *д* — рисунок детали

шел из строя». Оказалось совершенно неясным, что он имеет ту же форму и размеры. Пришлось дать на чертеже дополнительное изображение — *Сечение по СС* для разъяснения, что он имеет такую же форму и размеры, как и другие четыре элемента, а следовательно, размер ∅4 и ∅ 16 пришлось повторить (указатели *6*, *13* и *16*).

2. Размеры, относящиеся к одному и тому же элемен-

ту детали, наносят на той проекции этого элемента, на которой он изображен наиболее полно и ясно.

Например, указатель *1* показывает место, где все размеры для внутренних элементов верхней части корпуса нанесены на вертикальном разрезе. Если некоторые размеры для равномерного их распределения перенести на другие изображения этих элементов (например на вид слева и *Разрез по АА*), читать чертеж будет труднее.

3. Размеры по возможности располагают вне контура проекции детали.

Это правило иллюстрируют указатели *21, 23* и *28*.

В случае соединения части вида с частью соответствующего разреза размеры для внешних и внутренних форм располагают по разные стороны от оси симметрии.

4. На каждом дополнительном изображении чертежа — виде (указатель *37*), разрезе (указатель *4*), сечении (указатель *29*), выносном элементе (указатель *48*) — наносят размеры именно тех элементов детали, для выявления которых оно выполнено.

Чертеж, в котором применены эти правила, устанавливающие связь между размерами и изображениями, читается легко и быстро. Форма и размеры каждого элемента изображенной детали раскрываются последовательно, непротиворечиво. Место каждого изображения и размера обосновано. Это особенно ясно видно на чертежах с хорошей компоновкой и строгой проекционной связью между изображениями (см. рис. 37).

Правильное распределение размеров на чертежах позволяет легко обнаружить лишние проекции. Если одно из изображений на чертеже окажется без размеров, значит оно лишнее. Однако бывают исключения. Подобное исключение отражено на чертеже (указатель *3*). Здесь *Вид по стрелке П* хотя размеров и не содержит, но он необходим для того, чтобы показать, что нижний уступ фланца прямой, а не выгнутый, подобно верхнему.

На рис. 41, *а* гнездо под шпильку (как элемент детали) изображено в трех проекциях. Конструктор не должен ставить размеры равномерно на всех трех изображениях. Это приведет к тому, что рабочий, выполняющий положенные операции (сверление, зенкование и нарезание резьбы), вынужден будет искать необходимые размеры на всех трех проекциях, что затруднит чтение чер-

тежа. Поэтому все размеры, относящиеся к данному элементу, целесообразно группировать на одной проекции, как это показано на рис. 41, *б*.

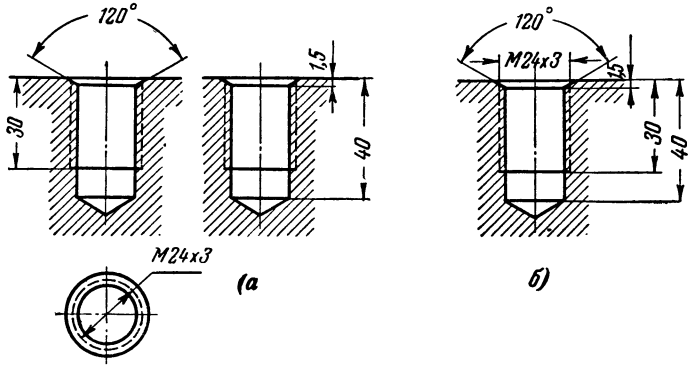


Рис. 41. Пример распределения размеров:

а — неправильно, так как размеры, относящиеся к одному элементу, распределены на всех трех проекциях; *б* — правильно, так как размеры сгруппированы на основной проекции данного элемента детали

Нанесение размера диаметра и радиуса

Рассмотренные правила связаны с технологическими процессами изготовления детали, а проставленные на чертеже размеры диаметров и радиусов как бы подсказывают возможный технологический процесс выполнения операций. Ссылки на позиции, поясняющие эти правила, относятся к тому же чертежу (см. рис. 37).

1. Размеры, как правило, не наносят на окружности, являющиеся проекциями цилиндрических элементов деталей, например отверстий, особенно, когда на проекции оказалось много концентрических окружностей. Эти размеры будут более понятны на другой проекции (рис. 42). Однако для отверстия в плоских деталях, а иногда по необходимости (ограниченность места и т. п.) размеры наносят и на проекциях с окружностями, указывая размер диаметра (указатели *43*, *47*, см. рис. 37), а не радиуса.

Нанесение размера диаметра окружности, а не радиуса обусловлено технологическими соображениями, например формой режущего инструмента (сверла, фрезы, дыропробивной частью штампа) и особенностями устрой-

ства измерительного инструмента (измеряют обычно диаметр, а не радиус).

Если на изображении оказалось несколько концентрических окружностей, но ввиду ограниченности места все размеры диаметров нанести на другую проекцию невозможно, то допускают нанесение размеров большего и меньшего диаметров и на проекцию с концентрическими окружностями, применяя для ясности чертежа выносные

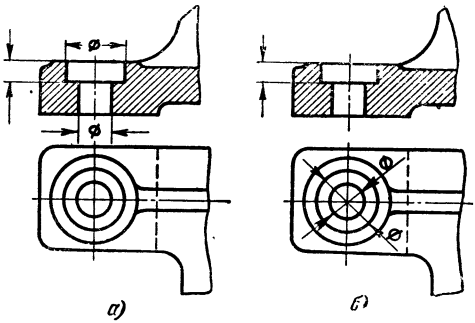


Рис. 42. Пример нанесения размеров диаметров на проекциях:
а — правильно; *б* — неправильно

линии, как это показано на рис. 43, *а*. При необходимости нанести самый меньший диаметр окружности на главном виде чертежа применяют и другую условность с линией обрыва (рис. 43, *б*). Отметим, что согласно последнему изданию ГОСТ 3458—52 перед размерным числом, указывающим диаметр, во всех случаях наносят знак ∅ (диаметра).

2. Для дуг окружностей, ограничивающих очертание плоских деталей из листового материала или отдельных элементов других деталей (указатель *47*), привалочных плоскостей (указатель *18*, *25*, *31*) и т. п., наносят не диаметр, а размер радиуса этих дуг окружностей.

Размеры радиусов дуг всегда наносят на том изображении, на котором видно контурное очертание, составленное из дуг (рис. 44, *а*). При этом перед размерным числом радиуса во всех случаях пишут прописную (заглавную) латинскую букву *R*.

В заключение отметим, что размеры *a*, *b*, *c* в примере, показанном на рис. 45, *а*, правильно даны как для

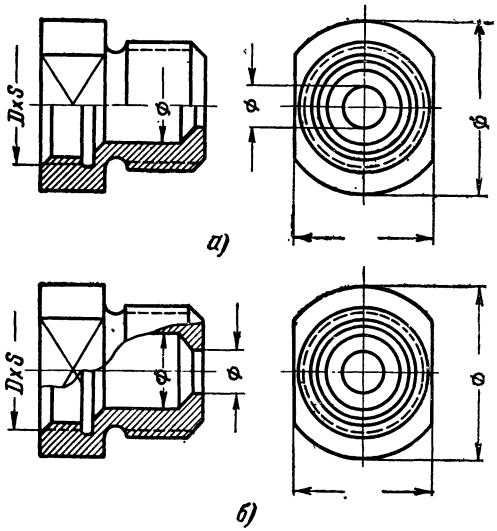


Рис. 43. Примеры нанесения размеров диаметров на проекциях с несколькими концентрическими окружностями

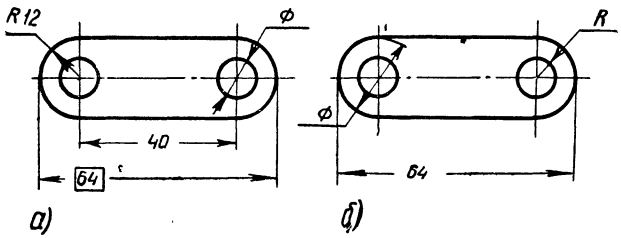


Рис. 44. Пример нанесения размеров радиуса и диаметра:

а — правильно; *б* — неправильно

правых, так и для левых элементов детали, так как если их указать только для правых, то не будет понятно, что для левых элементов они будут такими же.

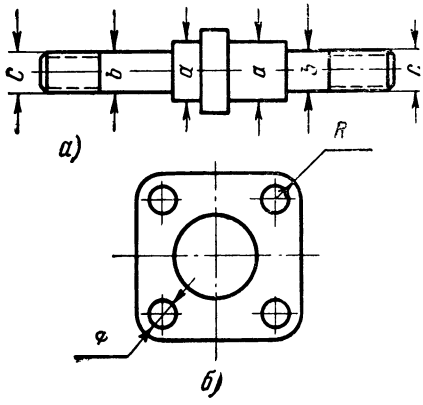


Рис. 45.

а — размеры *а, в, с* необходимо повторить;
б — размеры *R* и ⌀ достаточно указать один раз

Для симметрично расположенных элементов детали размеры указывают для одного элемента (рис. 45, *б*).

Габаритные размеры

Рассмотрим случаи и необходимость нанесения габаритных размеров на чертежах некоторых типовых деталей.

1. На чертежах сравнительно крупных литых деталей, как правило, указывают габаритные размеры. Их простановка обусловлена технологическими и эксплуатационными соображениями. Эти размеры необходимы при разработке технологических процессов, для изготовления оснастки, приспособлений, определения возможности помещения в ванны для термообработки и гальванических покрытий, перемещения по цехам и т. д.

2. На чертежах точеных деталей указывают габаритные размеры, так как они часто являются одновременно

и конструктивными размерами. В отдельных же случаях их не наносят (рис. 46).

3. Габаритные размеры для плоских деталей из листового материала хотя и не всегда требуются при разметке, но их часто указывают для справки, например, при определении габаритов заготовки и рационального раскроя. В этих случаях справочные размеры на чертежах обычно отмечают прямоугольной рамкой, как показано на рис. 44 (размер 64).

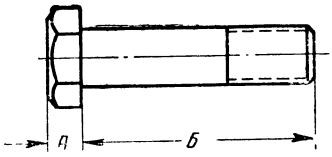


Рис. 46. Чертеж болта с основными линейными размерами

Почему размерные цепочки не замыкаются

На всех чертежах размеры проставляют по принципу «незамкнутости цепочки». Так на рис. 47, *а* длина левого элемента валика (цилиндра ∅ 50 с коническими фасками) не указана. Условия работы детали в конструкции для этой величины валика допускают наибольшие отклонения от номинального размера (какие получаются в процессе обработки). Пункт 24 ГОСТ 5292—50 устанавливает, что «Проставлять размеры на чертежах в виде замкнутой цепочки или вводить повторяющиеся размеры не допускается». Замкнутую цепочку можно обнаружить в тех случаях, когда требуется указать габаритные или справочные размеры, например, в чертежах некоторых плоских деталей. Простановка этих размеров обоснована стремлением исключить какие-либо дополнительные подсчеты и навести справки и тем самым облегчить чтение чертежа и предотвратить возможные при этом ошибки. Таким образом, здесь имеет место случай повторения размеров и случай замкнутой цепочки как бы в «замаскированном» виде.

Понятие о размерных базах

Нанесение размеров по принципу «незамкнутой цепочки» связано с выбором баз для отсчета размеров. ГОСТ 3458—52 не устанавливает правил простановки размеров

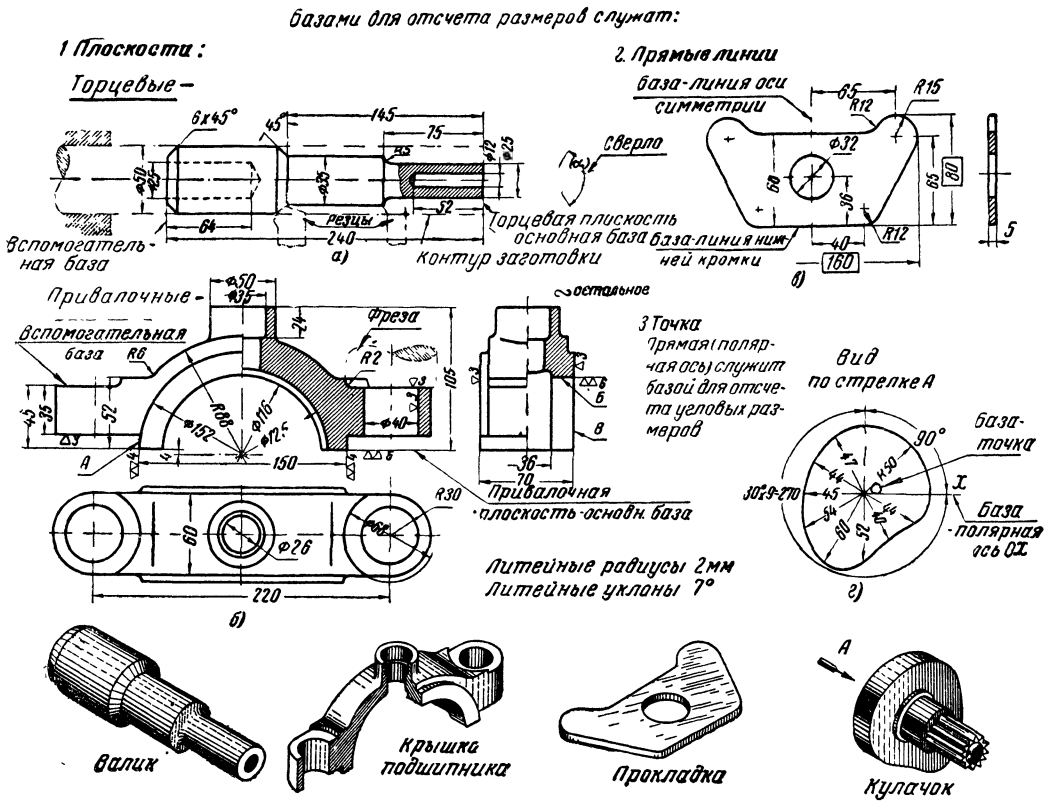


Рис. 47. Размерные базы на примерах чертежей типовых деталей

в зависимости от выбора баз. Этим стандартом определена геометрическая сторона вопроса, хотя размеры на образцах чертежей, помещенных в стандарте, проставлены в соответствии с требованиями к размерам на чертежах. Вопрос о простановке размеров с учетом баз еще не нашел достаточного освещения в литературе по черчению.

Ниже излагаются начальные понятия о базах.

База — это поверхность (обычно плоскость) или ее элемент — прямая линия (точка), от которой ведут отсчеты размеров других элементов детали.

Базами для отсчета размеров могут служить:

1. Плоскости, с которых начинается обработка, например торцовые привалочные (которыми данная деталь соприкасается с другой) и т. п.

На чертеже валика (рис. 47, *а*) справа отмечена торцовая плоскость, которая служит основной базой. С этой плоскости начинается обработка прутка (первая операция — подрезать торец — приторцевать). От этой основной базы отсчитывают размеры 145, 75, 52, 240.

На чертеже крышки подшипника (рис. 47, *б*) отмечена привалочная плоскость как основная база. От нее отсчитывают размеры: 45, 52, 4, 105.

2. Прямые линии, например оси симметрии, какие-либо взаимно-перпендикулярные линии — проекции кромок деталей и др.

На чертеже прокладки плоской детали (рис. 47, *в*) отмечены базы — прямые линии, а именно, линия оси симметрии и линия, которая является проекцией нижней кромки детали. Ось симметрии служит базой для отсчета размеров 65, 40, а нижняя кромка детали — базой для отсчета размеров 68, 36, 65.

3. Точка. На чертеже (рис. 47, *г*) показана одна проекция кулачка механизма. При разметке криволинейного контура на торце заготовки кулачка базой служит точка *O*, а для отсчета угловых размеров прямая *Ox* (полярная ось).

На рис. 47 внизу показаны рисунки деталей.

Вспомогательные базы и конструктивные размеры

Не все элементы деталей требуют отсчета размеров от основной базы, поэтому размеры не всегда ставят от одной единственной базы.

Размеры некоторых элементов значительно удобнее отсчитывать от вспомогательных баз, ориентируя последние от основных. Так на чертеже валика (рис. 47, *а*) слева отмечена вспомогательная база для отсчета размера 64.

На рис. 48, *а* размеры *c* и *d* даны от вспомогательной базы.

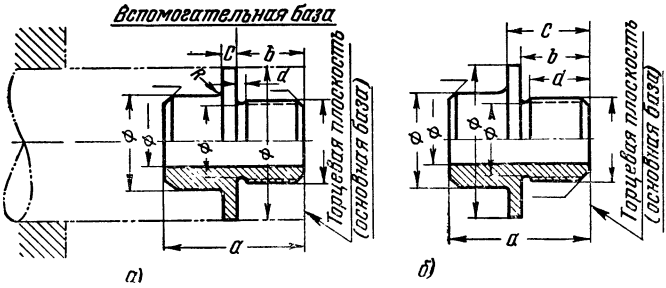


Рис. 48. Пример простановки размеров на чертеже штуцера:

а — правильно, так как для удобства отсчета и измерения размеров введена вспомогательная база; *б* — неправильно, так как размеры проставлены от одной базы

Вспомогательные базы вводят для того, чтобы было проще и точнее контролировать заданные чертежом размеры. Пользуясь вспомогательными базами, измерение величин элементов детали можно производить непосредственно, без промежуточных замеров и вычислений.

Исходя из особых конструктивных соображений, приходится проставлять только некоторые размеры отдельных сопрягаемых элементов и притом для небольшого количества деталей. К ним относятся сопрягаемые размеры, имеющие более высокий класс точности и входящие в линейные размерные цепи. Такие размеры проставляют от конструктивных баз, которые не представилось возможным совместить с рассмотренными технологическими базами, удобными для измерения контролируемых размеров.

Приведем пример, когда требуется назначать конструктивный размер.

На рис. 49, *б* показана одна проекция детали из узла с конструктивным размером M_2. Введение вспомогательной базы для простановки и измерения размера до оси

канавки вполне обосновано, что видно при рассмотрении чертежа (рис. 49, *а*), куда входит эта деталь. На чертеже проставлен этот же размер.

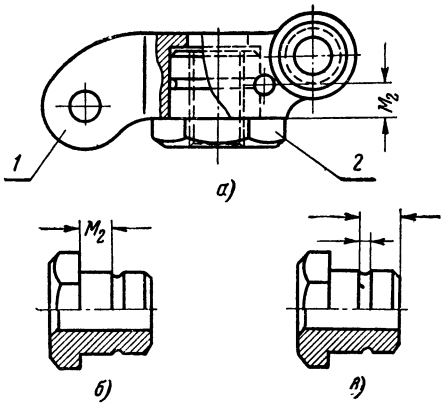


Рис. 49. Пример конструктивного размера на чертеже детали

Простановка технологического размера для этой канавки от правого торца, как показано на рис. 49, *в*, потребует задания и других линейных размеров с большей точностью, что усложнит технологический процесс изготовления, а следовательно, повысит стоимость детали.

На рис. 50 показаны два варианта простановки размеров раззенкованных отверстий. Простановка размера глубины раззенковки обусловлена подачей сверла или зенкера. Данный вариант простановки размеров можно назвать технологическим.

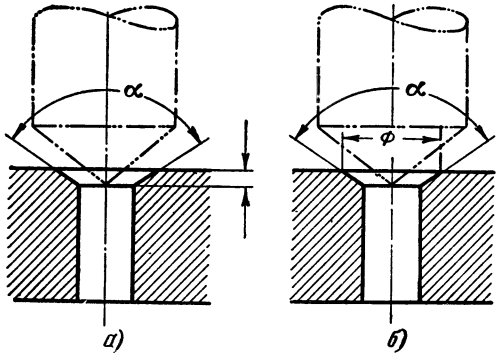


Рис. 50. Два варианта простановки размеров раззенкованного отверстия:

а — технологический; *б* — конструктивный

В случае конструктивной необходимости этот размер заменяется размером диаметра основания конуса, полученного после зенкования.

Простановка размеров для литых деталей имеет некоторые особенности. На чертежах литых деталей, требующих последующей механической обработки, необходимо указывать размеры так, чтобы только один размер оказался проставленным между необработанной поверхностью — литейной базой — и обработанной — основной размерной базой.

В качестве литейной базы выбирают ту необработанную поверхность (обычно плоскость торца), от которой удобнее отсчитывать размеры при изготовлении литейной формы. В качестве же основной размерной базы принимают ту сопрягаемую поверхность (обычно плоскость), с которой начинается обработка литейной заготовки. Учитывается при этом также удобство отсчета размеров. Такой размер позволяет быстро определить литейную базу (технологическую) и основную размерную базу (конструктивную). Все другие линейные размеры на чертеже проставляют от этих баз.

От основной размерной базы проставляют размеры до обработанных поверхностей, причем некоторые из этих поверхностей, в свою очередь, являются вспомогательными базами. От них проставляют особо контролируемые размеры, обычно входящие в линейные размерные цепи, или те размеры, которые удобнее отсчитывать от вспомогательных баз.

От литейных баз проставляют размеры до всех необработанных поверхностей, определяющих литейную форму и обычно не являющихся сопрягаемыми. Некоторые из этих необработанных поверхностей, ориентированных от литейной базы, также являются вспомогательными для удобства замера и задания контролируемых величин. Поясним примером.

На рис. 51, *а* проставлены размеры так, что только одна обработанная поверхность — основная база — задана от необработанной — литейной базы. Все другие обработанные поверхности заданы от этой основной базы и, в свою очередь, могут являться вспомогательными базами. Необработанные поверхности, определяющие литейную форму, проставлены от необрабатываемой литейной базовой поверхности.

Вариант простановки размеров, показанный на рис. 51, *б*, приемлем только в случае изготовления этой дета-

ли из прутка путем механической обработки в индивидуальном и опытном производствах.

Из сказанного очевидно, что форма большинства деталей и конструкция узла как бы подсказывают технологический процесс их изготовления, выбор главного вида размерных баз и простановку размеров.

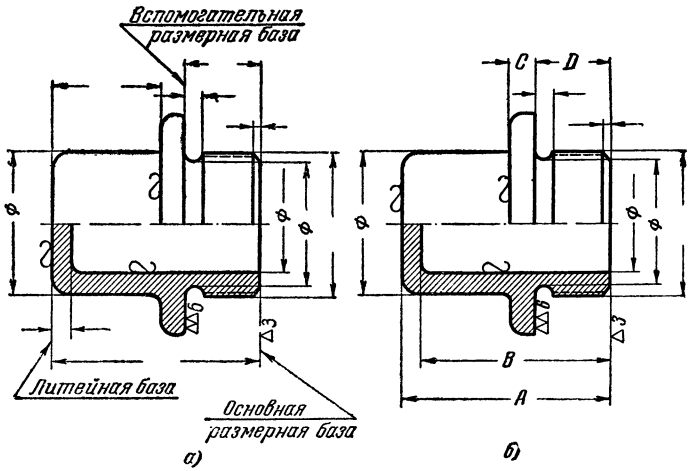


Рис. 51. Простановка размеров с учетом литейных баз (заготовки деталей получены литьем):

а — правильно, только один размер проставлен между обработанной и необработанной поверхностями; *б* — неправильно, так как три размера (*A*, *B* и *C* + *D*) определяют одну и ту же обработанную поверхность

Если какой-либо размер детали, сопрягаемый или входящий в размерную цепь, обусловлен особыми конструктивными соображениями, тогда необходимо подумать, как лучше выдержать заданный чертежу класс точности размера и чистоту поверхности. Желательно при этом предварительно ознакомиться с условиями работы этой детали в конструкции.

Нанесение размеров от выбранных размерных баз

Приведенные ниже сведения нужны при чтении чертежа для того, чтобы быстрее найти размерные базы. Эти базы помогают обнаружить на чертеже наиболее ответственные размеры сопрягаемых элементов деталей, а также размеры, входящие в линейные размерные цепи.

Пояснения даны на примере того же чертежа (рис. 37), на котором легко найти все рассмотренные ранее размерные базы.

Обязательно указывают расстояния:

а) между осевыми и центровыми линиями (указатель *36*), из которых одни сами являются размерными базами, другие ориентированы от размерных баз;

б) между осевыми линиями и параллельными им обработанными плоскостями, принятыми за размерные базы (указатель *9*);

г) между параллельными плоскостями (указатель *24*), из которых одна является размерной базой основной или вспомогательной. Размерные линии проводят только параллельно направлению измеряемой величины.

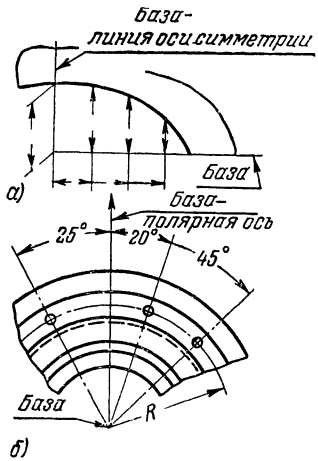


Рис. 52. Простановка размеров цепочкой от одной базы: *а* — линейных; *б* — угловых

Для выполнения криволинейного контура указывают координаты нескольких его точек, достаточных для плавного и практически однозначного проведения необходимой кривой (указатель *26*). При этом размерную линию проводят параллельно размерным базам — координатным осям.

Линейные размеры от одной базы можно нанести и так, как показано на рис. 52, *а*.

Угловые размеры указывают от выбранной базы — полярной оси. Эта ось на рис. 37 обозначена буквами *Ox* (указатель *10*). При этом размерные дуги проводят концентрично.

Угловые размеры от выбранной полярной оси можно проставлять и так, как показано на рис. 52, *б*. Дополнительно надо указать размер радиуса или диаметра центровой окружности, по которой расположены элементы детали, например отверстия на фланце.

Отметим, что для крупногабаритных деталей (детали турбин, котлов и т. д.) такой метод простановки размеров

для отверстий (и других элементов), расположенных по окружности, приводит к большим погрешностям при разметке. Значительно большей точности достигают, пользуясь координатным методом нанесения размеров от двух

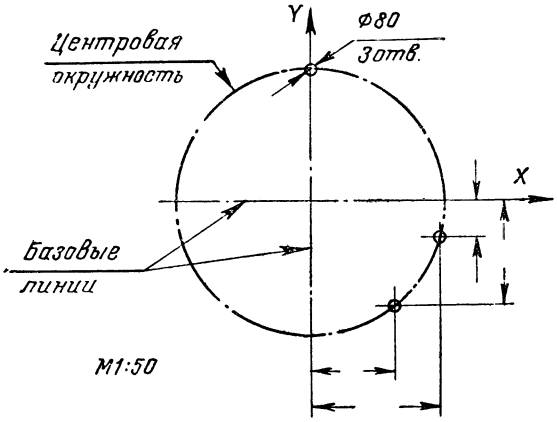


Рис. 53. Пример образмеривания отверстий на фланцах крупных деталей

взаимно-перпендикулярных осей, проходящих через центр окружности, по которой эти отверстия должны быть расположены, как показано на рис. 53.

Сокращенные числовые указания, записи и условности, установленные стандартом (ГОСТ 3458—52)

При чтении чертежей надо уметь правильно понимать (расшифровать) размеры, поставленные с применением определенных условностей, сокращений и т. д. Все пояснения даются на примерах элементов рассмотренного ранее чертежа (рис. 37).

1. Сокращенная запись: например *6×6* (указатель *7*), указывает квадрат, где размер 6 — сторона квадрата в миллиметрах. Эта условность вместе с условным изображением (отметка плоскостей двумя пересекающимися диагоналями) в некоторых случаях позволяет уменьшить количество проекций, например, для точеных валиков. Если валик, имеющий «квадратный» элемент, изготовляется в индивидуальном производстве из цилиндрического

прутка, необходимо указывать диаметр того элемента валика, который обрабатывается на «квадрат» (рис. 54), иначе рабочему придется расчетом определять этот диаметр.

2. При наличии у детали ряда одинаковых элементов, например отверстий, расположенных на равных расстояниях друг от друга, размеры для них наносят сокращенно:

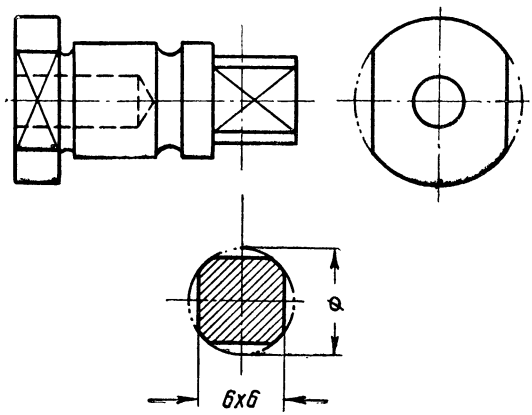


Рис. 54. Пример нанесения размера диаметра для фрезерования на квадрат

а) для прямолинейного ряда одинаковых элементов в сокращенном числовом указании, например $8 \times 3 = 24$ (указатель *15*), размер 8 определяет расстояние между центрами смежных элементов (шаг), размер 3 — количество шагов (а не элементов) и размер 24 — расстояние между центрами крайних элементов;

б) для ряда одинаковых элементов, расположенных по окружности, в сокращенной записи у одного из них, например *8 отверстий* ∅ *4*, число 8 указывает количество отверстий, а ∅ *4* — размер диаметра каждого из восьми отверстий.

За последнее время встречаются производственные чертежи, на которых эта запись выполнена так: $\frac{\varnothing\ 4}{8\ отв}$ (указатель *35*). Этот вариант записи пожалуй лучше, так как он уменьшает ошибки в чтении.

3. Форма плоской детали из листового материала

понятна по одной проекции, на которой видны ее контурные очертания, поэтому ее толщину часто указывают только в соответствующей графе основной надписи чертежа (штампе) или записью, например *толщина 5*. Эта запись позволяет не давать второй проекции или сечения и означает, что толщина детали везде одинакова.

4. Одинаковые и преобладающие на чертеже какие-либо размеры: литейные радиусы, радиусы округлений, радиусы изгиба, уклоны, допуски, а также обозначение

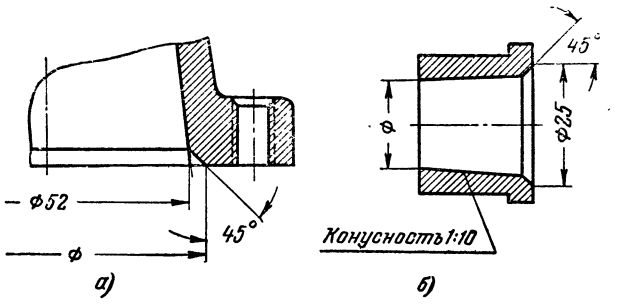


Рис. 55. Примеры нанесения размеров фаски в тех случаях, когда условное числовое указание будет непонятно

чистоты поверхностей, многократно не повторяют. Вместо многократного нанесения этих размеров и обозначений дают общие надписи на поле чертежа, например: ∾ *остальное* (указатель *39*), *литейные радиусы 2 мм* и т. д. (указатель *45*). По общей надписи в таких случаях всегда легко установить, к каким элементам относится данное указание. В дальнейшем изложении правил этой группы ограничимся только их наименованием, так как они общеизвестны. Однако для каждого правила укажем номер позиции чертежа, на котором показано конкретное применение соответствующего правила, и там, где необходимо, сделаем обобщения.

5. Основные случаи обозначения фасок отмечены указателями *1*; *2* и *21*. Встречаются случаи, когда для фасок под углом 45° размеры для ясности проставляют раздельно (рис. 55, см. также указатель *12* на рис. 37).

6. Основные случаи обозначения конусности надписями, указывающими ее величину, отмечены указателями *34* и *40* (рис. 37).

Понятие конусности и построение конических элементов на чертежах по заданной их величине наглядно показаны на рис. 56.

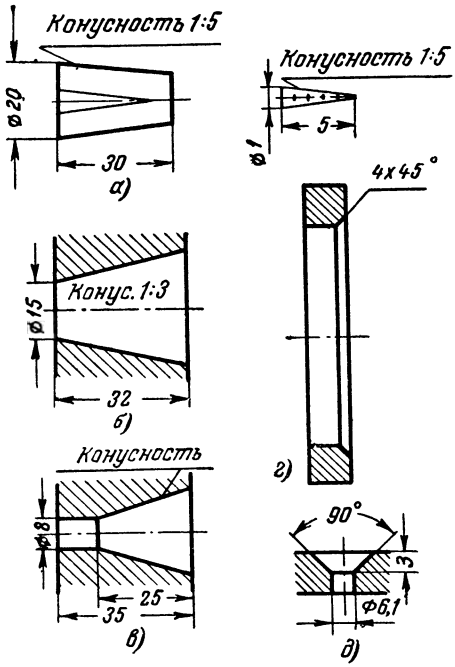


Рис. 56. Основные случаи нанесения размеров на конических элементах детали

7. Обозначение уклона надписью, указывающей величину уклона, показано на рис. 37, указатель *17*.

Понятие уклона с показом построения линии на чертеже и при разметке деталей по заданному уклону наглядно показано на рис. 57.

Как видно из сравнения на рис. 56 и 57, понятие конусности относится к круглым элементам деталей (телам вращения), а понятие уклона — к плоским: клинья, про-

фили проката и т. д. Причем одинаковые отношения указывают различные величины.

8. Пример условной записи сферических поверхностей показан на чертеже, где имеется указатель *22*. Эта запись точно определяет размер и характер поверхности, поэтому не требуется указания радиуса на других проекциях.

9. Обозначения резьб показаны в местах, отмеченных указателями *29, 44, 21*.

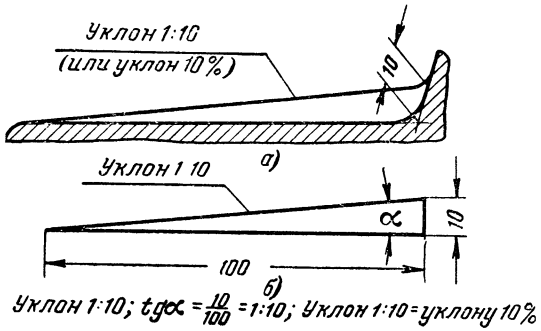


Рис. 57. Уклон и его построение по заданной величине

Важно отметить, что обозначения резьб, установленные стандартом, включают характерные размеры, например: обозначение метрической резьбы имеет обычно два размера: наружный диаметр резьбы и шаг (в миллиметрах). Обозначение трубной резьбы имеет один условный размер, выраженный в дюймах. Этот размер не соответствует наружному диаметру резьбы. Так, если резьба *1″ труб*, выполнена на стандартной трубе, то размер 1″ (25,4 *мм*) будет приблизительно равен внутреннему диаметру трубы, т. е. 25 *мм*, а наружный диаметр резьбы — 33,25 *мм* (этот размер взят из ГОСТ 6357—52 на трубные резьбы).

В табл. 2 приведены условные обозначения стандартных резьб.

Дюймовые резьбы не помещены, так как стандарт на них для крепежных деталей отменен.

10. Особого внимания при чтении чертежей требуют

Таблица 2

Обозначение резьб

Тип резьбы	Стандарт	Условные обозначения типа резьб	Какие характерные размеры указываются в обозначении	Пример обозначения резьбы винта и гайки
Метрическая основная	ОСТ НКТП 32 ОСТ НКТП 94 ОСТ НКТП 193	М	Наружный диаметр резьбы в *мм*	М64 или М64×6
Метрические мелкие	ОСТ НКТП 271 ОСТ НКТП 272 ОСТ НКТП 4120 ОСТ НКТП 4121 ОСТ НКТП 4122	1М 2М 3М 4М 5М	Наружный диаметр и шаг резьбы в *мм*	1М64×4 2М64×3 3М64×2 4М64×1,5 5М64×1
Трапецеидальная	ОСТ 2409 ОСТ 2410 ОСТ 2411	ТРАП		ТРАП22×5
Упорная	ОСТ ВКС 7739 ОСТ ВКС 7740 ОСТ ВКС 7741	УП		УП70×10
Круглая для цоколей и патронов электрических ламп	ГОСТ 6042—51	Ц	Наружный диаметр резьбы в *мм*	Ц27 ГОСТ 6042—51

Продолжение табл. 2

Тип резьбы	Стандарт	Условные обозначения типа резьб	Какие характерные размеры указываются в обозначении	Пример обозначения резьбы винта и гайки
Для предохранительного стекла и корпуса осветительной арматуры	ОСТ 4039	А	Наружный диаметр резьбы в *мм*	А84,5
Электроарматурная метрическая	ОСТ 4004 (отменен 1/XI 1951 г.)	ЭМ	Наружный диаметр резьбы и шаг в *мм*	ЭМ16×1
Трубная цилиндрическая	ГОСТ 6357—52	ТРУБ	В обозначении резьбы проставляется условный размер, выраженный в дюймах; он относится к внутреннему диаметру трубы	¾″ ТРУБ
Трубная коническая	ОСТ 20008—38	К . . . ТРУБ		К ¾″ ТРУБ
Коническая дюймовая с углом профиля 60°	ГОСТ 6111—52	К		К ¾″

размеры деталей, подвергающихся последующему покрытию. Возможны следующие два основных случая:

если указания об отделке поверхности (гальваническое покрытие, лужение, цинкование, хромирование, лакокрасочное покрытие и т. п.) даны на поле чертежа или в технических требованиях (см. указатель *46*), то это значит, что размеры на чертеже указаны без учета толщины покрытия;

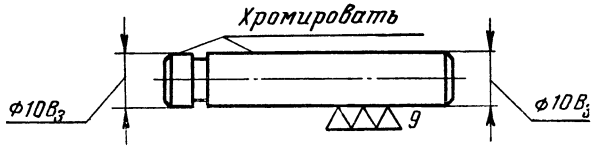


Рис. 58. Указание об отделке поверхностей на выноске дается с учетом толщины покрытия, например размер $10В_3$ должен быть точно исполнен после покрытия

если указания об отделке поверхности даны на выноске от контура детали (рис. 58), то это значит, что размеры указаны на чертеже с учетом толщины покрытия, например размер ∅ $10В_3$ должен быть точно выдержан после соответствующего покрытия.

Обзор установленных стандартом (ГОСТ 3458—52) правил нанесения выносных и размерных линий и вписывания размерных чисел

1. Единицей измерения для всех машиностроительных чертежей принят миллиметр (*мм*), но наименование единицы измерения при размерных числах не указывают. Поэтому при чтении машиностроительных чертежей любой размер следует считать выраженным в миллиметрах.

2. Цифровые размеры (размерные числа) детали проставляют на чертежах независимо от масштаба изображения; следовательно, основанием для суждения о действительных размерах детали служат только написанные цифровые размеры. На чертеже, где указатель *48*, показано изображение в масштабе 5 : 1, а размеры даны действительные, т. е. такие, какие этот элемент должен будет иметь в готовом виде.

3. Нанесение размерных чисел в разрыве размерных линий показано, в частности, на чертеже в местах, отме-

ченных указателями *9* и *24*. Правила чтения размерных чисел, вписанных в разрывах вертикальных и наклонных размерных линий, необходимо знать твердо. Эти правила легко уяснить на примерах (см. указатели *9, 14* и *24* — *Сечение по ЛЛ*).

4. Нанесение условного знака диаметра (∅) перед его размерным числом показано на рис. 37 (см. указатели *16, 22, 23, 31, 43*).

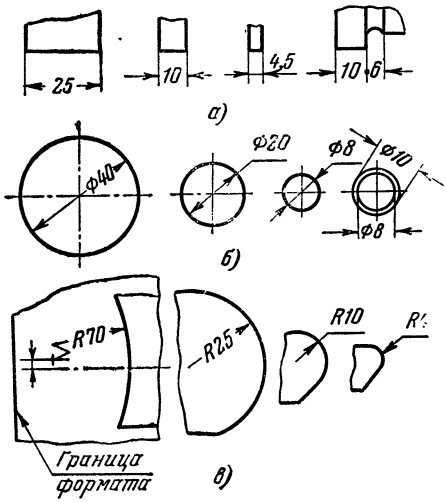


Рис. 59. Основные случаи нанесения размеров:
а — линейных; *б* — диаметров на окружностях; *в* — радиусов

5. Нанесение на чертежах размеров углов показано на рис. 37 (см. указатели *12, 10*).

6. Нанесение латинской прописной — заглавной буквы *R* перед размерным числом, указывающим величину радиуса, показано на рис. 37 (см. указатели *4, 31, 33* и *18, 19, 20, 30* и др.), а основные положения систематизированы на рис. 59.

Частный случай проведения размерной линии для нанесения размера радиуса «змейкой» показан на рис. 37 (см. указатель *14*).

7. Нанесение размерных чисел в случае недостатка места для их вписывания показано на примерах (см. указатели *1, 2, 23, 25, 38* и др.).

8. Проведение выносных линий под углом к размерной показано на чертеже (см. указатели *5* и *8*). В остальных случаях этот угол должен быть прямым.

9. Нанесение стрелок на размерных линиях показывает:

а) внутри (см. указатель *9*);

б) снаружи (см. указатели *8* и *48*);

в) с одной стороны (см. указатель *23*);

г) замена стрелок точками показана на рис. 37 (см. указатель *41*, размер 3 и 4), в остальных случаях см. рис. 59.

10. Нанесение размерных линий и вписывание размерных чисел на изображениях с разрывом (см. указатель *32*).

11. Нанесение размеров на симметричных изображениях, вычерченных неполностью с целью экономии места на чертеже (см. указатель *27*).

12. Расстояние между смежными размерными линиями, а также между размерными линиями и линиями контура чертежа берется равным 8—12 *мм*.

13. Относительное расположение размерных чисел в «шахматном» порядке, нанесенных при параллельных размерных линиях, показано на рис. 37 в месте, где указатель *23*.

14. Случаи прерывания осевой линии для нанесения размерного числа показаны на рис. 37 (см. указатель *11*).

15. Нанесение радиуса закругления при эксцентричном расположении отверстия показано на рис. 37 (см. указатель *28*).

16. Случай прерывания штриховки на разрезах для вписывания размерных чисел показан на рис. 37 (см. указатель *8*).

17. Случай, когда необходимо отмечать центр дуги крестиком, показан на рис. 37 (см. указатель *14*).

18. Нанесение размеров для симметричных фигур показано на рис. 37 (см. позиции *25*).

Итак, все эти правила наглядно отражены на чертеже (см. рис. 37), который можно считать справочным.

Обозначение чистоты поверхностей и размеров сопрягаемых элементов деталей

При чтении чертежа особое внимание надо обратить на сопрягаемые элементы деталей, так как размеры и чистота их поверхностей всегда согласованы (увязаны) с соответствующими элементами другой детали, находящейся во взаимодействии, и никакие отступления недопустимы.

Читая чертеж отдельной детали и не имея полного представления о ее взаимодействии с другими, нужно особо выделять поверхности, имеющие более высокий класс

чистоты. Эти поверхности являются привалочными или сопрягаемыми, и на чертежах класс чистоты указывают непосредственно около них.

Затем надо правильно прочитать размеры и в первую очередь те, которые проставлены с обозначениями посадок, классов, допусков. Обнаружить такие размеры на чертеже легко, так как обозначения допускаемых отклонений или посадки и класса точности проставляют непосредственно у размеров сопрягаемых элементов деталей

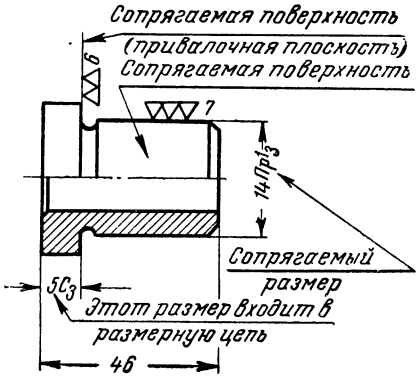


Рис. 60. Чертеж детали с отмеченными сопрягаемыми поверхностями и размерами

или у размеров, входящих в линейные цепи справа у размерного числа.

По чертежу отдельной детали, показанной на рис. 60, даже не имея сборочного чертежа узла, куда входит данная деталь, можно найти сопрягаемую поверхность и ее сопрягаемый размер $\varnothing\ 14_{p}1_{з}$, привалочную плоскость и размер $5C_{з}$, входящий в линейную размерную цепь. К этим элементам нужно отнестись с особым вниманием и ответственностью при выполнении работы по чертежу.

Отступление от заданного чертежом класса чистоты поверхностей для сопрягаемых элементов может привести к следующему:

1) если сопрягаемая поверхность детали (особенно с подвижной посадкой) будет выполнена по более низкому классу чистоты, чем это обусловлено чертежом, то может

нарушиться правильная работа механизма и сократиться срок его службы, так как неровности на трущихся и соприкасающихся поверхностях деталей быстрее будут стираться или сминаться под нагрузкой, что вызовет нарушение заданных зазоров;

2) если сопрягаемая поверхность детали выполнена по более высокому классу чистоты, то время для ее изготовления и стоимость увеличатся.

Отступление от чертежа в сторону повышения класса частоты поверхностей сопрягаемых элементов может отрицательно повлиять и на работу всего механизма, потому что силы молекулярного сцепления при особо чистых поверхностях увеличивают трение. Поэтому чрезмерно гладкие трущиеся поверхности плохо смазываются маслами — появляется сухое трение.

Также недопустимы отступления от заданного чертежом класса точности размеров сопрягаемых элементов деталей. Отступления в размерах неизбежно приводят к неисправимому браку или затратам значительного времени на исправление допущенной ошибки.

На эскизах и чертежах чистота поверхностей обозначается согласно ГОСТ 2789—51 и ГОСТ 2940—52 (с указанием групп и классов чистоты).

Чистота поверхностей детали назначается конструктором в зависимости от условий ее работы в машине. При составлении чертежей обращают внимание на поверхности, соприкасающиеся с другими деталями, в частности на трущиеся поверхности. Классы чистоты поверхности и классы точности размеров взаимосвязаны. Поэтому для обеспечения хорошей работы механизма еще недостаточно выдержать заданные размеры (с соответствующими допусками), а необходимо также получить при обработке заданную чертежом чистоту поверхности.

Табл. 3 дает примерное представление о классах чистоты поверхностей при некоторых видах обработки.

При составлении эскизов с готовых деталей и в случаях изготовления деталей по образцам судить о чистоте поверхностей можно по эталонам, использовав при этом табл. 4, в которой указаны ориентировочное применение различной чистоты поверхностей в деталях, примерные методы обработки и способы получения заданной чертежом чистоты поверхностей детали.

Точно определить по детали класс чистоты ее по-

Таблица 3

Чистота поверхностей при различных видах обработки

Виды обработки	Классы по ГОСТ 2789—51													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ковка в штампах и литье в постоянные металлические формы	×	×	×	×										
Литье под давлением		×	×	×	×	×	×							
Холодный прокат, волочение					×	×	×	×	×					
Электроискровая обработка			×	×	×	×	×							
Литье по выплавляемым моделям (прецизионное литье)				×	×	×	×							
Прессование из пластмасс, опрессовка арматуры							×	×	×	×	×	×		
Сверление		×	×	×	×									

Продолжение табл. 3

Виды обработки			Классы по ГОСТ 2789—51													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Строгание	черновое		×	×	×	×										
	чистовое (отделочное)						×	×	×	×						
Точение (обточка, расточка) Растачивание	черновое		×	×	×	×										
	чистовое						×	×	×	×						
	тонкое (алмазное)										×	×				
Развертывание	чистовое								×							
	отделочное									×	×	×				

Продолжение табл. 3

Виды обработки			Классы по ГОСТ 2789—51													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Цилиндрическое фрезерование	черновое			×	×	×										
	чистовое						×	×	×	×						
Торцовое фрезерование	черновое			×	×	×										
	чистовое						×	×	×	×						
Скоростное фрезерование	черновое							×	×	×						
	чистовое									×	×					

Продолжение табл. 3

Виды обработки			Классы по ГОСТ 2789—51													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Протягивание	чистовое								×	×						
	отделочное										×	×				
Шлифование	грубое (черновое)					×	×	×								
	чистовое								×	×						
	тонкое										×	×	×			
Хонингование	предварительное										×	×				
	окончательное												×	×		

Продолжение табл. 3

Виды обработки			Классы по ГОСТ 2789—51													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Полирование	чистовое										×	×				
	тонкое												×	×		
Доводка (притирка)	грубая										×					
	средняя											×	×			
	тонкая													×	×	×
Сверхчистовая обработка	чистовая										×	×	×			
	зеркальная													×	×	×

верхностей можно при помощи специальных приборов, например профилометра, профилографа, двойного микроскопа. Наглядное изображение одного такого прибора для современных методов измерения чистоты поверхности и схема его работы показаны на рис. 61.

Как уже отмечалось, чистоту поверхностей сопрягаемых элементов и их размеры рассматривать нужно во взаимной связи.

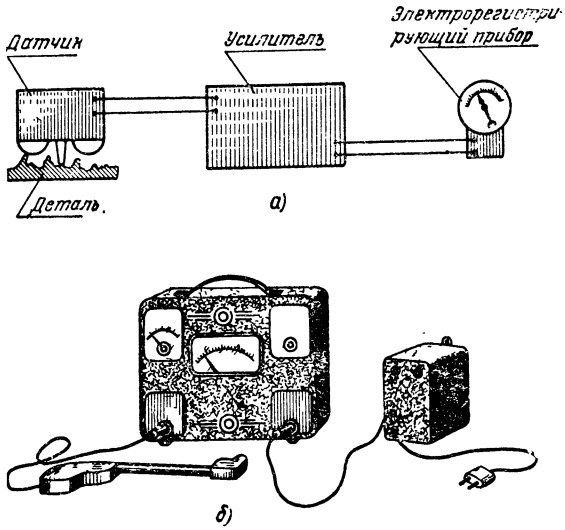


Рис. 61. Прибор для определения чистоты поверхностей детали и принципиальная схема его работы

Остановимся подробнее на чтении размеров сопрягаемых элементов и размеров, входящих в линейную цепь, которые обычно задаются с предельными отклонениями. На рис. 62, *а* приводится чертеж узла кривошипно-шатунной группы, а на рис. 62, *б* изображены детали этого узла, на которых наглядно проставлены наиболее ответственные сборочные размеры.

Отклонения в размерах, входящих в линейную размерную цепь, рассчитаны, исходя из технических условий, на компрессор. К таким размерам относятся: размер $30 \pm 0{,}1$ — от днища цилиндра до оси отверстия под палец, размер $98 \pm 0{,}1$ — длина шатуна, размер $28 \pm 0{,}1$ — плечо

Таблица 4

Обозначение чистоты поверхностей

Класс чистоты	Примерное наименование поверхностей	Обозначение	$H_{ср}$ микроны	Примерные способы получения заданной чертежом чистоты поверхностей; методы обработки	Ориентировочное применение
—	Черные	Без знака	—	Грубое литье и ковка	Колосники, опоки и т. п., а также поверхности отливок, требующие дальнейшей обработки
—	Черные, но ровные	~	—	Отливка, чистая ковка, прокатка, штамповка, галтовка (обработка в барабане), пескоструйная очистка, очистка щетками и др.	Поверхности станин станков, картеров двигателей, кронштейнов; поверхности проката и т. п.
1 2 3	Грубые	▽1 ▽2 ▽3	От 125 до 200 „ 63 „ 125 „ 40 „ 63	Черновое точение, строгание и фрезерование, отрезание пилами, сверление, обработка крупнонасеченным напильником, абразивным обдирочным кругом	Торцовые поверхности труб, профилей и других полуфабрикатов; привалочные поверхности шкивов, фланцев и др.
4 5 6	Получистые	▽▽4 ▽▽5 ▽▽6	От 20 до 40 „ 10 „ 20 „ 6,3 „ 10	Чистовое точение, строгание и фрезерование; волочение, обработка чистовым резцом, чистовой фрезой; черновой разверткой, зенкером, протяжкой; шабрение, грубое шлифование	Втулки, гладкие части болтов 3 и 4-го классов точности, кронштейны, ролики и различные привалочные поверхности

Продолжение табл. 4

Класс чистоты	Примерное наименование поверхностей	Обозначение	$H_{ср}$ микроны	Примерные способы получения заданной чертежом чистоты поверхностей; методы обработки	Ориентировочное применение
7 8 9	Чистые	▽▽▽7 ▽▽▽8 ▽▽▽9	От 3,2 до 6,3 „ 1,6 „ 3,2 „ 0,8 „ 1,6	Тонкое, чистовое точение и строгание, шлифование, чистовая обточка алмазным резцом, чистовое развертывание, волочение, протягивание, полирование (обычное — 9-го класса)	Несущие поверхности подшипников, гладкая часть болтов 2-го класса точности; поверхности зубьев шестерен и др.
10 11 12 13	Весьма чистые	▽▽▽▽10 ▽▽▽▽11 ▽▽▽▽12 ▽▽▽▽13 ▽▽▽▽14	От 0,5 до 0,8 „ 0,25 „ 0,5 „ 0,12 „ 0,25 „ 0,06 „ 0,12 0,08	Притирочные работы, шлифование тонкое, полирование обычное и отделочное	Поверхности, работающие на трение; поверхности поршневых пальцев и колец; шейки коленчатых валов, кулачков газораспределения; опорные поверхности клапанов и их гнезд; внутренние поверхности цилиндров двигателей и др.

Примечание. После условного обозначения обязательно указывается класс чистоты, например ▽▽▽ 9.

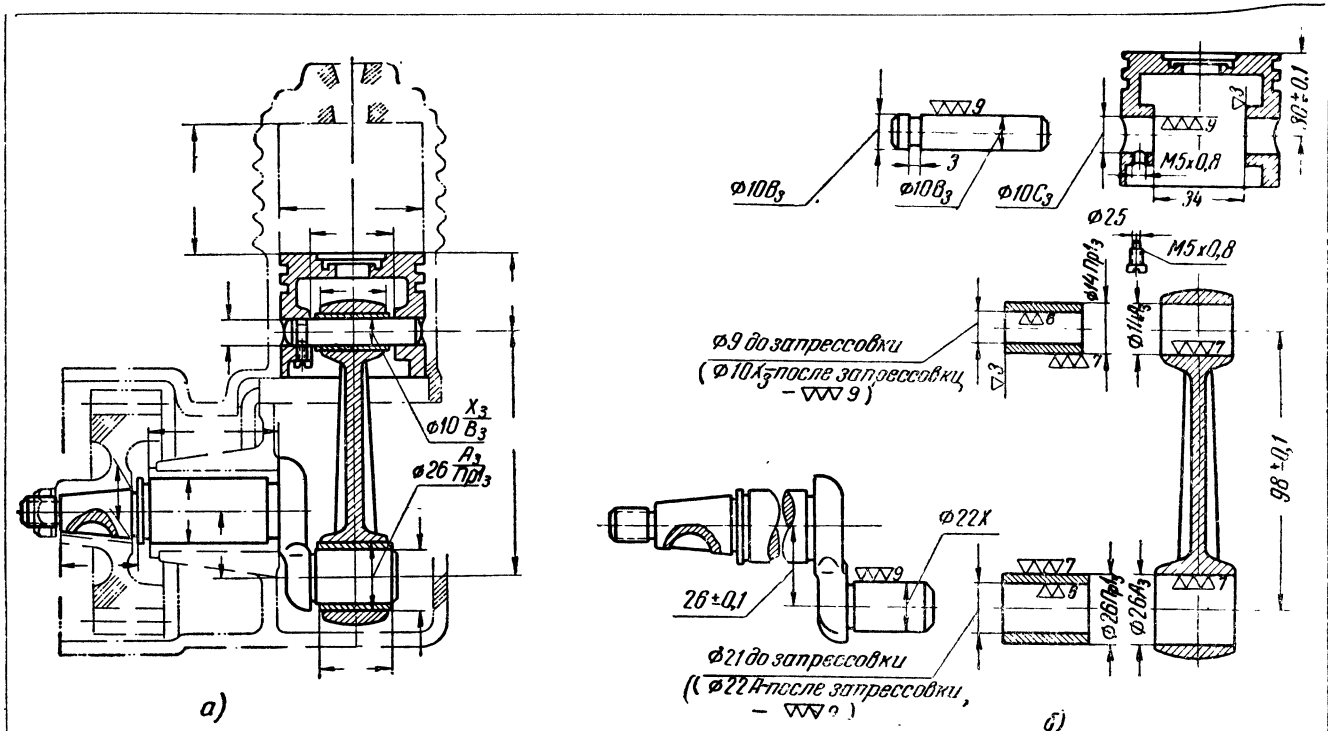


Рис. 62. Сопрягаемые элементы деталей. Наглядное пояснение взаимосвязи размеров

кривошипа. Отступление для этих размеров в сторону увеличения допустимых предельных отклонений, заданных чертежом, может отрицательно повлиять на характеристику компрессора (степень сжатия и т. д.).

Для осмысленного чтения размеров нужно обосновать назначение посадок и классов точности для других размеров. С этой целью вспомним сначала следующие сведения о допусках и посадках, о предельных отклонениях в размерах:

1) для сопрягаемых элементов деталей предельные отклонения размеров обязательно указывают непосредственно после номинального (т. е. основного расчетного) размера в виде условного буквенного обозначения или числовыми величинами:

Таблица 5

Наименование посадок и их сокращенные буквенные обозначения

Группа	Наименование посадок	Обозначения	Особенности посадки (характер соединения)
С натягом	Горячая Прессовая 3-я Прессовая 2-я Прессовая 1-я Прессовая Легкопрессовая	Гр Пр3 Пр2 Пр1 Пр Пл	Диаметр отверстия у этих посадок меньше диаметра вала, что характеризует посадку, обеспечивая натяг. Для легкопрессовой посадки наименьший натяг равен нулю
Переходные	Глухая Тугая Напряженная Плотная	Г Т Н П	Диаметр отверстия у этих посадок может быть меньше, больше или равен диаметру вала
С зазором	Скользящая Движения Ходовая Легкоходовая Широкоходовая Широкоходовая 1-я Широкоходовая 2-я	С Д Х Л Ш Ш1 Ш2	Диаметр отверстия у этих посадок больше диаметра вала, что характеризует посадку, обеспечивая зазор Для скользящей посадки наименьший зазор равен нулю

2) отклонения размеров в «системе отверстия» или «системе вала» для различных посадок и классов точности установлены общесоюзными стандартами;

3) в «системе отверстий» отклонения размера отверстия постоянны для одинаковых диаметров и всех посадок одного и того же класса точности, а в «системе вала» постоянны отклонения размера вала;

4) посадки характеризуют большую или меньшую прочность (плотность) или подвижность соединения деталей (в табл. 5 приведены классификация и обозначения посадок);

5) осуществление различных посадок достигается в «системе отверстия» установленным отклонением размеров диаметра вала, а в «системе вала» — диаметра отверстия;

6) каждая из систем разделяется на 10 классов точности, обозначаемых индексами: 1, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5, 7, 8 и 9; индексы ставятся после обозначения посадки внизу. Самый высокий класс точности первый (обозначается индексом 1); отклонения на свободные размеры обычно берут по 7, 8 и 9-му классу точности.

Чем ниже класс точности для данной посадки, тем больший зазор для подвижных посадок или натяг для неподвижных посадок.

Для второго класса точности как наиболее распространенного указывают лишь буквенные обозначения посадки, без индекса 2;

7) буквой А обозначают «систему отверстия», в которой допуск на размеры отверстия, как отмечалось, постоянный для любой посадки. Ставят эту букву после размерного числа, обозначающего номинальный диаметр отверстия. Величины предельных отклонений для данного диаметра отверстия можно узнать из таблиц допусков по ГОСТ. Причем нижнее отклонение отверстия для всех посадок в «системе отверстия» равно нулю, а верхнее отклонение — с плюсом.

Буквой В обозначают «систему вала», в которой допуск на размер вала постоянен для любой посадки. Эта буква ставится после размерного числа. Величины же предельных отклонений при необходимости берут из соответствующих таблиц ГОСТ, причем в системе вала верхнее отклонение вала всегда равно нулю, а нижнее — с минусом.

После этих кратких сведений прочитаем все проставленные на рис. 62 размеры с обозначением посадок и классов точности.

При чтении этих размеров необходимо отметить, что в случае применения стандартных предельных калибров (скобы, пробки) помнить числовые значения предельных отклонений не требуется, например: размер ∅ 14 Пр1₃ следует читать так: вал с номинальным диаметром 14 *мм* должен быть исполнен по 3-му классу точности в системе отверстия, посадка первая прессовая. Для проверки правильности исполнения размера применяют соответствующие скобы (рис. 63). В данном примере нужно взять ту, у которой выгравировано такое же обозначение 14Пр1₃, только впереди знак ∅ отсутствует, так как скоба служит для контроля деталей не только цилиндрической формы, но и призматической. Если потребуется узнать допустимые (предельные) отклонения для диаметра 14, надо обратиться к справочнику. Для прессовых посадок «верхнее» и «нижнее» отклонения будут «с плюсом», т. е. оба предельных размера диаметра вала должны быть больше номинального на величину предельных отклонений.

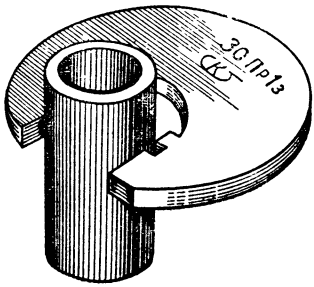


Рис. 63. Проверка размера скобой

Размер сопрягаемого («ответного») отверстия на головке шатуна ∅ 14А₃ следует прочитать так: отверстие с номинальным диаметром 14 *мм* должно быть исполнено по 3-му классу точности в системе отверстия. Как отмечалось, для всех посадок допуск на отверстие при данном диаметре будет постоянный. Правильность исполнения размера проверяют соответствующей пробкой, которая с одного конца имеет проходную часть, т. е. с торца, где имеется обозначение 14А₃ПР; буквы ПР означают «проходит», а с другого — непроходную часть — с торца, где имеется обозначение 14А₃НЕ (рис. 64).

Рассматривая размеры на примере втулки, нужно отметить, что детали на рабочем чертеже изображают в том

виде и с теми размерами и знаками чистоты поверхности, какие она должна иметь при поступлении на сборку.

Размеры, которые должны быть получены дополнительной обработкой в процессе сборки, проставляют на сборочном чертеже. Например, размер ⌀10Х3 проставлен на втулке после ее запрессовки в головку шатуна (рис. 62). До запрессовки втулки ее внутренний диаметр был задан с учетом припуска на последующую механическую обработку. Для закрепления изложенных сведений полезно выполнить упражнение на составление эскизов деталей этого узла.

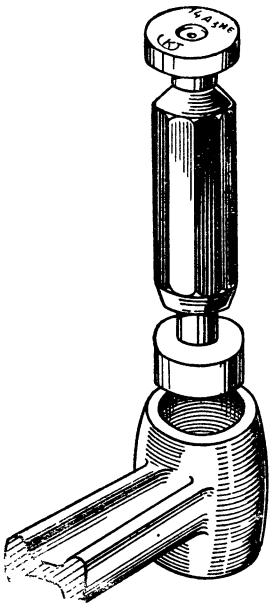


Рис. 64. Проверка размера пробкой

Размеры на сборочных чертежах

Сведения о размерах на чертежах необходимы не только при чтении чертежей деталей, выполнении работы по чертежам, грамотном оформлении эскизов, но и при уяснении сборочных чертежей и работы по ним.

Познакомимся с общими особенностями простановки и чтения размеров на сборочных чертежах.

В связи с этим уясним особенности двух основных видов сборочных чертежей — конструктивного (чертеж технического проекта) и рабочего.

По конструктивному сборочному чертежу можно получить полное представление не только о взаимосвязи деталей и способах их соединения, но и понять форму каждой входящей детали, а также узнать основные размеры, характеризующие сборочную единицу (узел).

К таким размерам относятся следующие:

1. Монтажные размеры указывают расстояние между деталями, т. е. взаимное расположение деталей в узле; к ним относятся и монтажные зазоры. Очень часто взаимное расположение деталей в узле полностью опре-

деляется совмещением их привалочных плоскостей. Поэтому монтажные размеры на некоторых сборочных чертежах отсутствуют.

2. **Установочные** размеры указывают положение узла в машине. Они необходимы для установки и крепления узла. К ним относятся размеры центровых окружностей, по которым расположены отверстия и диаметры отверстий под болты для крепления, расстояния между отверстиями для крепления и т. п. Если узел представляет законченное самостоятельное сборочное изделие, например домкрат автомобиля, эта группа размеров на чертеже может отсутствовать.

3. **Эксплуатационные** размеры — это основные конструктивные и расчетные размеры, характеризующие узел. К ним относятся диаметры проходных отверстий, размеры или условные обозначения резьбы (например на штуцерах для соединения трубопроводов), размеры, определяющие крайние положения подвижных деталей в узле, размеры под ключ и т. п.

4. **Габаритные** размеры характеризуют изделия по высоте, длине и ширине или наибольший диаметр. Их обычно не проставляют, так как представление о габаритах узла можно получить по другим размерам, проставленным на чертеже.

В тех случаях, когда по чертежу узла или машины приходится решать вопросы, связанные с планированием оборудования в производственных помещениях, а также вопросы транспортирования, упаковки и т. д., габаритные размеры или указывают непосредственно на сборочном чертеже или составляют специальный габаритный чертеж, на котором показывают только контуры изделия при крайних положениях подвижных деталей и на них — размеры.

5. **Характерные** размеры — конструктивные и расчетные, которые конструктор считает необходимым указать для справки на конструктивном сборочном чертеже, чтобы сверить их с размерами, которые будут проставлены на чертежах деталей. Отметим, что некоторые из перечисленных установочных эксплуатационных размеров исполняют по чертежу в процессе сборки после обработки деталей.

На рис. 65 показан пример конструктивного сборочн-

ного чертежа узла с размерами, которые назначает конструктор. Для наглядности эти размеры обозначены первыми буквами наименования перечисленных групп раз-

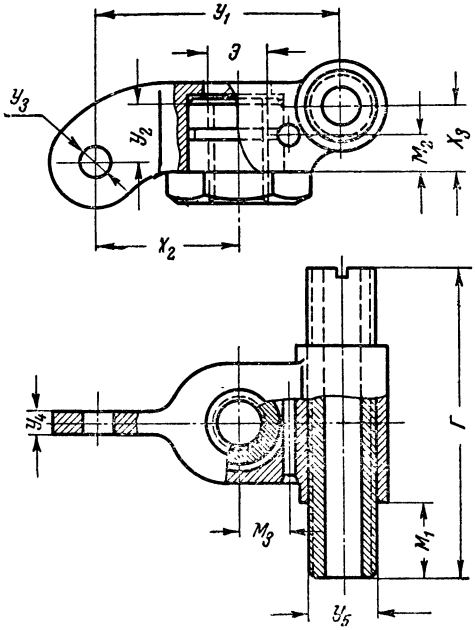


Рис. 65. Пример сборочного конструктивного чертежа. На чертеже проставлены размеры: монтажные M_1, M_2, M_3; установочные $У_1$, $У_2$, $У_3$, $У_4$, $У_5$; эксплуатационные $Э$; габаритные $Г$; другие характерные X_2, X_3

меров, например монтажные — M_1, M_2, M_3, установочные — $У_1$, $У_2$ и т. д.

Простановка размеров на конструктивных сборочных чертежах обусловлена расчетом, компоновкой, требованиями технологии и условиями эксплуатации узлов или машин. Назначая их, конструктор тем самым требует точного их соответствия размерам, проставляемым на рабочих чертежах деталей, или точного их исполнения в процессе сборки. Это своего рода требование конструк

тора к исполнителю, разрабатывающему рабочие чертежи каждой детали.

Конструктивный сборочный чертеж разрабатывают в процессе создания конструкции и часто снабжают его такими данными (изображения, размеры), которые рабочему-сборщику не потребуются. Поэтому конструктивный сборочный чертеж в таком виде, как правило, на производство не поступает. На основании этого чертежа разрабатывают другой чертеж — рабочий сборочный. Рассмотрим некоторые его особенности.

На рабочем сборочном чертеже проставляют только монтажные размеры, указывающие взаимное расположение деталей в узле, и размеры, получающиеся после обработки в процессе сборки. Очевидно, что рабочий сборочный чертеж не содержит также и тех изображений, которые даны только для выявления формы деталей.

По рабочему сборочному чертежу рабочий должен правильно понять конструкцию узла, взаимодействие деталей, затем по основному изображению и номеру убедиться в том, что на сборку поступила именно та деталь, а не другая, понять монтажные размеры, уяснить способы соединения деталей, выяснить размеры, необходимые для дополнительной обработки в процессе сборки, а также технические условия на испытания, подвижность деталей, покрытия и т. д.

§ 6. ОБОЗНАЧЕНИЯ И УКАЗАНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

Технические требования к форме детали отображают на чертежах в виде условных графических обозначений (знаков), указаний и пояснительных текстовых записей (табл. 6).

Отклонения в размерах указывают условным обозначением посадки и классом точности. Этих данных достаточно, чтобы выбрать соответствующий мерительный инструмент — калибры, пробки, шаблоны — и узнать из таблиц числовые величины отклонений в размерах.

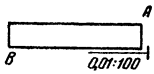
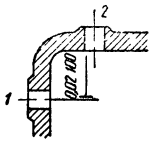
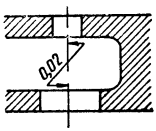
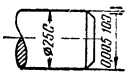
Качество поверхностей детали, их чистоту обозначают условными графическими знаками с указанием класса чистоты и вида покрытия.

Прочность детали обусловливается указаниями на чертеже марки материала, термообработки, технических условий на материал.

Таблица 6

Обозначение допустимых отклонений формы и расположения поверхностей

Наименование отклонений	Обозначения и надписи на чертеже изделия	Что обозначает данная условность. Пример записи на поле чертежа об этом отклонении, если на изображении чертежа обозначения и надписи не указаны
Непрямолинейность	0,01 Ø25C	Отклонение от прямолинейности образующих по ∅ 25*C* не более 0,01 *мм* на всей длине
Неплоскостность	A 0,024	Отклонение от плоскостности поверхности *A* не более 0,024 *мм* на длине 100 *мм*
Непараллельность	B 0,04 A	Отклонение от параллельности плоскости *B* к плоскости *A* не более 0,04 *мм*
	B 40 0,02:300 A	Отклонение от параллельности плоскости *B* к плоскости *A* не более 0,02 *мм* на длине 300 *мм*
	0,02 1 2	Непараллельность осей *1* и *2* не более 0,02 *мм*
	1 0,02 A	Отклонение от параллельности оси *1* к плоскости *A* не более 0,02 *мм*

Наименование отклонений	Обозначения и надписи на чертеже изделия	Что обозначает данная условность. Пример записи на поле чертежа об этом отклонении, если на изображении чертежа обозначения и надписи не указаны
Торцовое биение		Биение торца *A* при проверке в центрах на оправке не более 0,05 *мм*
Неперпендикулярность		Отклонение от перпендикулярности поверхности *B* к поверхности *A* по угольнику не более 0,01 *мм* на длине 100 *мм*
		Отклонение от перпендикулярности оси *2* к оси *1* не более 0,02 *мм* на длине 100 *мм*
Несоосность		Отклонение от соосности (эксцентриситет) отверстий не более 0,02 *мм*
Овальность		Овальность по ⌀ 25X3 не более 0,03 *мм*
Конусность		Конусность ⌀ 25C не более 0,005 *мм* на длине 100 *мм*

Наименование отклонений	Обозначения и надписи на чертеже изделия	Что обозначает данная условность. Пример записи на поле чертежа об этом отклонении, если на изображении чертежа обозначения и надписи не указаны
Конусность	Конусность не более 0,005 ⌀25С	Разность диаметров на участке ⌀ 25С в крайних сечениях не более 0,005 *мм*; допускается только уменьшение диаметра в направлении к правому торцу
Радиальное биение	⌀15Н 0,012 0,024 ⌀12Х3	Биение при контроле в центрах ⌀ 12Х3 не более 0,024 *мм*, ⌀ 15Н не более 0,012 *мм*
	0,1	Биение наружной поверхности относительно внутренней не более 0,1 *мм*
	⌀10Н ⌀14Х3 ⌀11Н 0,012 0,012	Биение ⌀ 10Н и ⌀ 11Н относительно ⌀ 14Х3 не более 0,012 *мм*

Примечание. Стрелка на «полке» указывает, в каком направлении диаметр может уменьшаться.

Долговечность детали обеспечивается требованиями к материалу, а также износоустойчивыми и защитными покрытиями.

Не все технические требования можно отмечать на чертежах условными графическими обозначениями, поэтому часто дают соответствующие текстовые надписи.

Однако в рабочих чертежах и чертежах-схемах применяется много различных технических обозначений и

указаний. Все их запомнить не представляется возможным. Поэтому в книге приведены только необходимые при чтении чертежей справочные сведения о технических обозначениях в виде таблиц. В процессе работы по чертежам надо стараться запомнить наиболее ходовые и часто встречающиеся обозначения.

Рабочий чертеж обязательно содержит следующие технические обозначения и указания:

1) обозначение марки материала, из которого должна быть изготовлена деталь;

2) указания о термообработке;

3) обозначение чистоты поверхностей детали;

4) указания об отделке и покрытиях (антикоррозийных, износоустойчивых, декоративных и пр.);

5) указание количества деталей на узел, изделие, группу;

6) обозначение (номер) детали и обозначение узла, в который входит данная деталь.

Кроме того, рабочий чертеж обычно содержит указания о предельных отклонениях от номинальных размеров (в виде числовых величин или условных обозначений — индексов), об отклонении формы и расположении поверхностей, различные технологические указания (например о требующейся совместной обработке детали), указания об испытании, контроле, хранении, упаковке, транспортированию детали и пр.

Перечисленные сведения на чертежах указывают в соответствии с ГОСТ «Чертежи в машиностроении», а также общесоюзной (или ведомственной) системой чертежного хозяйства. Причем стандарт устанавливает для одних сведений условно-сокращенные надписи, для других — условные, упрощенные изображения, для третьих — буквенные и цифровые обозначения. Рассмотрим те обозначения, с которыми мы еще не ознакомились.

Обозначение термической обработки

Типовые обозначения и надписи для указания о термической и термохимической (цианирование, цементация) обработке детали или ее элементов приведены на рис. 66.

Вспомогательные виды термической обработки, обусловленные технологическим процессом (отжиг, отпуск,

нормализация, старение и т. п.), на чертежах не указывают, они являются следствием основного указания о термической обработке.

Обозначения и надписи о термообработке указывают:

1) на поле чертежа в технических требованиях, если изделие подвергается термической или термохимической обработке полностью;

2) на выноске в случае частичной термической или термохимической обработки, как показано на примере (рис. 66, *а*);

3) на «эскизе зоны термообработки», как показано на рис. 66, *б*. Эскиз помещается на свободном поле чертежа рядом с местом, где записываются технические требования к детали.

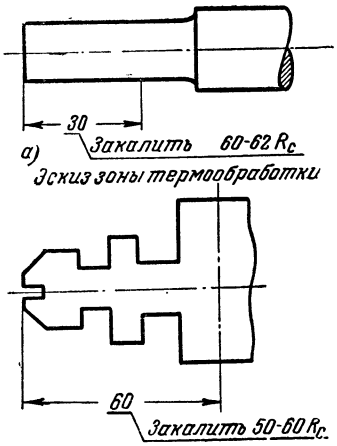


Рис. 66. Примеры обозначений и надписей о термической обработке деталей

Обозначение защитных и декоративных покрытий

Покрытия на чертежах указывают установленными обозначениями, которые приведены на рис. 67.

При чтении чертежей важно запомнить три случая:

1. При однородном покрытии всех поверхностей это обозначение записывается в графе «Покрытие» или указывается в технических требованиях, относящихся ко всему изделию (детали).

2. При частичном — местном покрытии каждая поверхность обозначается знаком покрытия, от которого дается выноска с указанием на «полке» соответствующего обозначения покрытия (рис. 67, *а*). В этом случае в основной надписи чертежа в графе «Покрытие» пишется *«См. чертеж»*.

3. При однородном покрытии для всех поверхностей детали и дополнительном покрытии для некоторых ее поверхностей или части их последние отмечают особым знаком покрытия с указанием на выноске обозначения дополнительного покрытия, а в графе «Покрытие» указы-

вается обозначение основного покрытия и дополнительно пишут *«См. чертеж»*. На рис. 67, *б* показано покрытие по профилю сложной конфигурации, отмеченное штрихпунк-

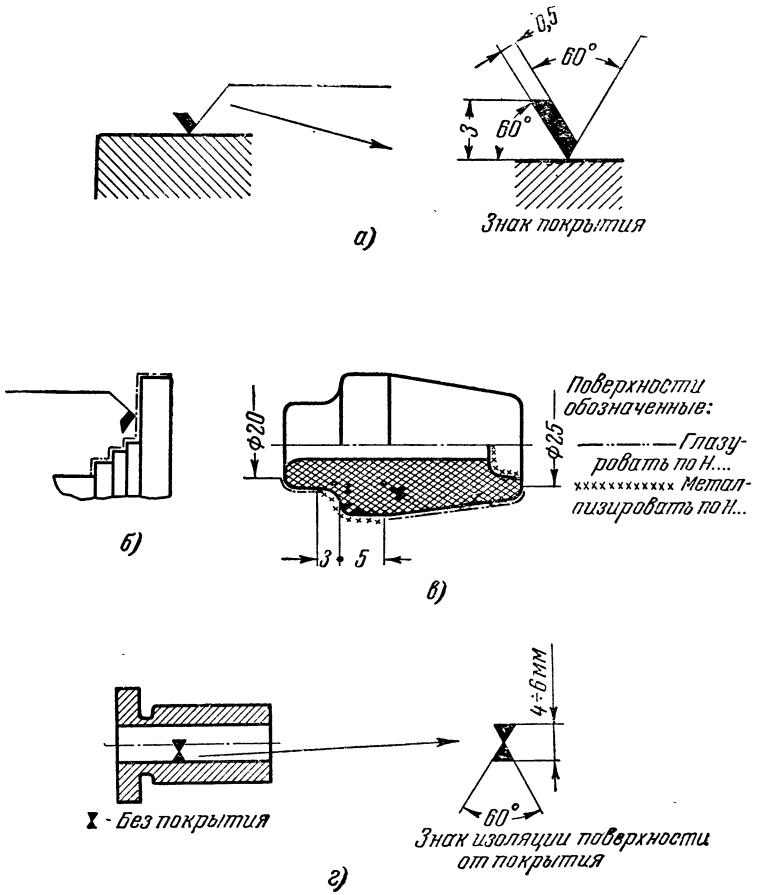


Рис. 67. Примеры обозначений защитных и декоративных покрытий

тирной линией вдоль профиля на расстоянии 0,5—1 *мм* от контурной линии профиля. Пример оформления чертежа при разнородном покрытии показан на рис. 67, *в*. Отдельный участок, подлежащий покрытию, для большей ясно-

сти может быть отмечен в виде отдельного эскиза на том же чертеже или выносного пояснительного элемента.

4. При наличии в детали отдельных мест, не подлежащих покрытию, последние отмечают знаком изоляции покрытия, а на поле чертежа приводят поясняющую надпись «⧗ — Без покрытия» (рис. 67, *г*); в основной надписи чертежа в графе «Покрытия» указывают покрытие всех остальных поверхностей деталей.

5. Если места, не подлежащие покрытию, имеют чистоту, отличную от всех остальных поверхностей, то применение знака изоляции от покрытия не требуется. В этом случае ограничиваются поясняющей надписью, например: «Поверхности, обозначенные — без покрытия» или «Поверхности, обозначенные ▽▽6 и ▽▽▽ 8 — без покрытия».

Основная надпись на чертежах

Рабочий чертеж обязательно содержит основную надпись — угловой штамп, в котором помещаются важные технические сведения, обозначения и указания, характеризующие изображенную деталь и сам чертеж как документ.

Форма основной надписи зависит от вида рабочих чертежей.

Рабочие чертежи подразделяют на два основных вида в зависимости от производства:

1. Чертежи изделий основного производства. На этих чертежах изображают изделия (и их составные части), являющиеся основной продукцией, выпускаемой заводом. Например, изделием основного производства для станкоинструментального завода является станок; для завода нормализованных деталей — болт, гайка и другие детали.

2. Чертежи изделий вспомогательного производства. На этих чертежах изображают специальные инструменты, приспособления, штампы, предназначенные для изготовления изделий основного производства.

В табл. 7 приведена основная надпись для чертежей деталей основного производства (форма 1) и даны необходимые пояснения о содержании записей по всем позициям этой формы (номера позиций в форме указаны в скобках).

Для сборочных чертежей изделий основного и вспомогательного производства применяется та же форма,

но дополненная спецификацией, в которую записываются основные сведения о деталях, входящих в сборочное изделие (подробно будет рассмотрено в разделе «Чтение сборочных чертежей»).

Для чертежей деталей вспомогательного производства применяют основную надпись (форма 2), которая содержит меньше сведений, так как путь таких чертежей по цехам значительно ограничен.

Надписи на чертежах

К надписям относятся текстовые технические условия и требования к изделию, изображенному на чер-

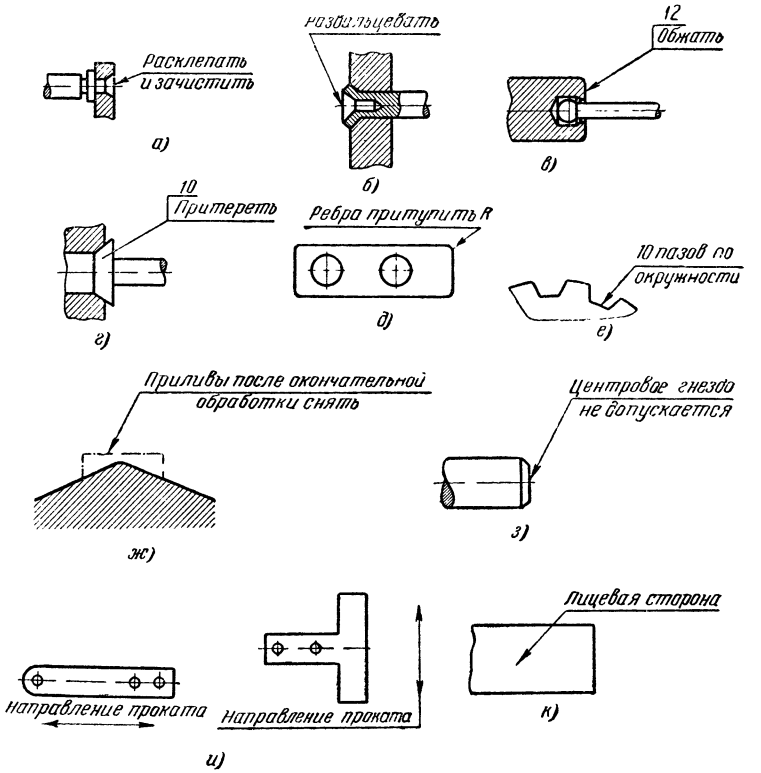
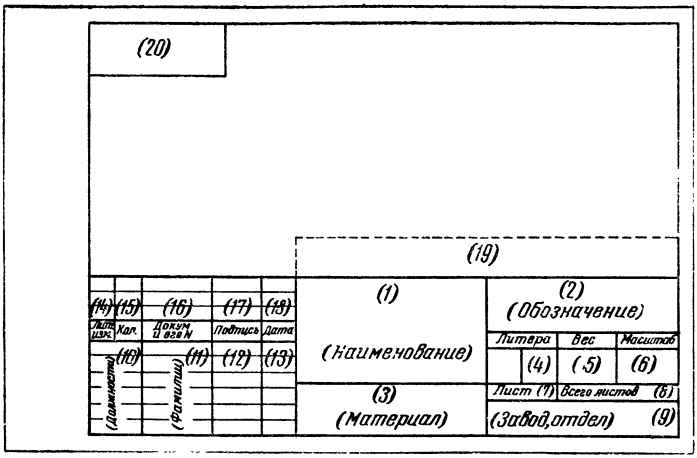


Рис. 68. Примеры надписей, располагаемых на полках (выноски)

теже. Если эти указания располагают на полках, их называют выносками (рис. 68). Надписи и выноски явля-

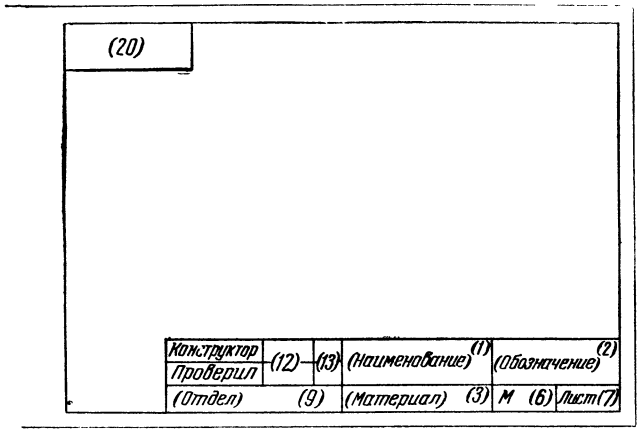


Форма 1. Основная надпись для чертежей деталей основного производства

№ позиции	Что указывают в этой позиции	Примеры заполнения
1	Наименование детали (узла или изделия)	*Шестерня. Крышка подшипника. Пружина спиральная. Редуктор*
2	Обозначение чертежа по принятой системе нумерации	*56 . 83 03* *56 . 83 . 00* (номер, оканчивающийся нулями, указывает, что на чертеже изображено сборочное изделие-узел)
3	На чертежах деталей указывают наименование и марку материала по стандарту (с номером стандарта), а также, если технические условия на данный материал даны отдельным стандартом, номер последнего. Для деталей, конструкция которых требует, чтобы они были изготовлены только из сортового материала определенного профиля и размера (проволока, лист, лента, калиброванный пруток и т. д.), указывают обозначение сортамента по стандарту и номер последнего.	*Бронза БрА7 ГОСТ 493—50*

Таблица 7

сей на чертежах



Форма 2. Основная надпись для чертежей деталей вспомогательного производства

№ позиции	Что указывают в этой позиции	Примеры заполнения
	В случае отсутствия стандарта на применяемый материал указывают обозначение материала по ведомственным техническим условиям, а также шифр (номер) последних.	
	На сборочных чертежах эту позицию заполняют по усмотрению предприятий	*Сборочный*
4	Вписывается литера, присвоенная данному чертежу (в левый квадрат — литера *А*, в правый — *Б*)	*А* (эту литеру присваивают чертежам установочной серии) *Б* (эту литеру присваивают чертежам серийного или массового производства)
5	Чистый вес изделия или его составных частей в *кг*	*0,42* (вес считается в *кг*, если не указана размерность)
	В отдельных случаях допускается указывать вес в *г* при условии соблюдения единства размерности в пределах изделия	*68 г*

№ позиции	Что указывают в этой позиции	Примеры заполнения
6	Масштаб, в котором вычерчен данный чертеж	*1 : 1* (буква *М* опускается)
7	Порядковый номер листа	*1* (знак № опускается)
8	Общее количество листов, на которых вычерчен данный чертеж	*3*
9	Обозначение завода-изготовителя и отдела (или другой организации, например проектного института), выпустившего чертеж	*ОКБ-47*
10	Указывают должность лиц, подписывающих чертеж	*Конструктор* *Руков. группы* *Технолог* *Норм. контроль* *Нач. КБ* *Гл. конструктор*
11	Фамилии лиц, подписавших чертеж	(Чертеж считается недействительным без подписи лиц, ответственных за его выпуск)
12	Подписи тех же лиц	
13	Дата подписания чертежа	18/II—54 г.
14	Указывают литеры изменения чертежа	*а*) (для первого случая изменения) *б*) (для второго случая изменения и т. д.)
15	Количество изменений, одновременно произведенных по данной литере	*3*
16	Указывают номер и название документа, на основании которого изменение внесено в чертеж	*ТС-Ли54*
17	Подпись лица, ответственного за внесение изменений в подлинник	—
18	Дата внесения изменения в чертеж	*2/VI — 49 г.*
19	Дополнительные сведения в случае необходимости включения их в основную надпись	*Правый показан* *Левый — отраженный вид*
20	Обозначение чертежа, повернутое на 180°	*00·83·99* (такая перевернутая запись нужна для архива)

ются составной частью производственного чертежа, так как не все требуемые указания, как отмечалось, могут быть выражены на чертеже графически. Надписи должны быть точными, краткими, ясно определяющими сущность их содержания, чтобы не было разночтения. Вместе с изображениями формы, нанесенными размерами и обозначениями надписи должны дать полную определенность изображенного на чертеже изделия.

Надписями и выносками отмечают следующие технические указания:

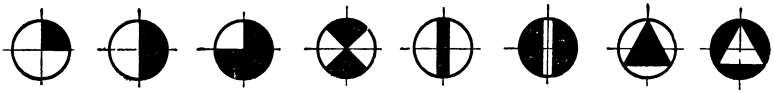


Рис. 69. Знаки, применяемые для условного изображения отверстий различной формы и размеров

1. Требования к готовому изделию, подлежащие проверке при окончательной его приемке.
2. Данные о термической и термохимической обработке.
3. Данные о настройке и регулировании.
4. Указания об отклонениях геометрических форм.
5. Особые условия хранения и транспортирования.
6. Таблицы или схемы мертвых ходов, моментов, нагрузок и т. д.
7. Расчеты и формулы, которые разъясняют содержание данного чертежа и не могут быть указаны в отдельных документах.

Технические указания, которые не могут быть размещены на «полках», располагают в правом нижнем углу поля чертежа над основной надписью.

Кроме технических указаний, чертеж содержит в отдельных случаях надписи — примечания. К ним относятся:

1) указания справочного характера;

2) специальные обозначения, применяемые как исключение при выполнении только данного чертежа с краткими, но ясными пояснениями к ним. Примечания помещают в левой части поля чертежа.

Примером специальных обозначений, требующим пояснения к ним, являются приведенные на рис. 69 услов-

ные обозначения для крепежных отверстий. Эти обозначения применяют в тех случаях, когда в детали встречается много разнообразных по форме и размерам отверстий. Каждый вид отверстия обозначается на детали одним из приведенных знаков, а в примечании для каждого знака дают пояснения или условную запись, установленные некоторыми междуведомственными нормалями (табл. 8).

§ 7. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ ПО ЧЕРТЕЖУ

В процессе изготовления детали участвует большой производственный коллектив. Чтобы на основании наряда на работу уяснить по чертежу долю своего участия в изготовлении детали, рабочий должен внимательно изучить форму детали и ее элемент, подлежащий обработке.

При этом необходимо выяснить все размеры, определяющие этот элемент, а также размеры, определяющие положения данного элемента относительно другого или относительно базовых поверхностей.

Особо необходимо выделить сопрягаемые поверхности, уяснить их чистоту, размеры, проставленные с допусками. Несмотря на то, что отдельная деталь на рабочем чертеже изображается без взаимной связи с другими деталями, фактически ее связь с ними, как было показано в § 5, находит отражение в размерах, чистоте поверхностей ее элементов, технических требованиях.

При выполнении работы по чертежу необходимо быть очень внимательным к каждому графическому изображению и обозначению на чертеже.

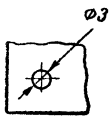
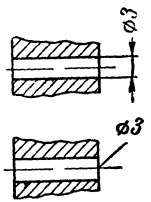
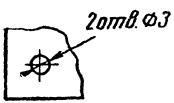
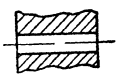
При чтении чертежей точеных деталей нельзя упускать никакие, на первый взгляд кажущиеся, мелочи и второстепенные элементы, пренебрегать ими. Это станет ясным при ознакомлении с назначением фасок, сбегов, проточек и соотношениями их размеров для деталей с резьбой (рис. 70).

Фаски и зенковки облегчают процесс сборки, позволяют быстрее свинчивать детали, повышая их эксплуатационные качества.

Сбеги обусловлены конструкцией режущего инструмента.

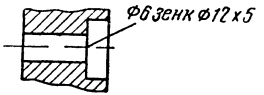
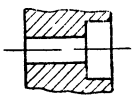
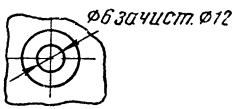
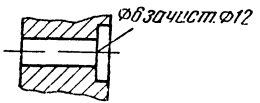
Таблица 8

Обозначение крепежных отверстий

Примеры обозначения в чертежах		Как прочитать и уяснить сокращенную запись (обозначение отверстия)
на виде с торца отверстия, т. е. по направлению его оси	в продольных разрезах	
		Одно отверстие ∅ 3 проходное
		Два отверстия ∅ 3 проходных
		Одно отверстие ∅ 4,5 проходное с коническим углублением, угол зенкования 90°, глубина — 2,2 с одной стороны

Продолжение табл. 8

Примеры обозначения в чертежах		Как прочитать и уяснить сокращенную запись (обозначение отверстия)
на виде с торца отверстия, т. е. по направлению его оси	в продольных разрезах	
8отв. Ø4,5 зенк. глуб 2,2 x 90°		Восемь отверстий Ø 4,5 проходных с коническим углублением, угол зенкера 90°, глубина зенкования 2,2 с одной стороны
Ф3Т зенк глуб 1,4 x 90° с 2-х сторон	Ф3Т зенк глуб 1,4 x 90° с 2-х сторон	Одно отверстие под посадку с коническим углублением с двух сторон, угол зенкера 90°, глубина зенкования 1,4
2отв Ф3Т зенк глуб. 1,4 x 90° с 2-х сторон		Два отверстия Ø 3Т под посадку с коническими углублениями с двух сторон

Примеры обозначения в чертежах		Как прочитать и уяснить сокращенную запись (обозначение отверстия)
на виде с торца отверстия, т. е. по направлению его оси	в продольных разрезах	
		Одно отверстие ∅ 6 проходное с цилиндрическим углублением, диаметр углубления ∅ 12, глубина 5 с одной стороны
		Восемь отверстий ∅ 6 проходных с цилиндрическим углублением у каждого отверстия с одной стороны, диаметр углубления ∅ 12, глубина 5
		Одно отверстие проходное с зачисткой под головки крепежных деталей (в отливках), диаметр торцовой фрезы ∅ 12

Продолжение табл. 8

Примеры обозначения в чертежах		Как прочитать и уяснить сокращенную запись (обозначение отверстия)
на виде с торца отверстия, т. е. по направлению его оси	в продольных разрезах	
3отв ⌀6 Зачист. ⌀12		Три отверстия проходных с зачисткой под головки крепежных деталей (в отливках), диаметр торцовой фрезы ⌀ 12
Размеры не проставлять	5 ⌀4,5 ⌀10 90°	Одно отверстие проходное с коническим углублением. Все размеры поставлены на разрезе Сверло ⌀ 10 на глубину 5, угол заточки сверла 90°
7отв. ⌀4,5	5 ⌀10 90°	7 отверстий проходных ⌀ 4,5. Форма и размеры углубления выявлены на разрезе

Примеры обозначения в чертежах		Как прочитать и уяснить сокращенную запись (обозначение отверстия)
на виде с торца отверстия, т. е. по направлению его оси	в продольных разрезах	
M5-2кл.	M5-2кл	Одно отверстие резьбовое сквозное. Резьба основная крепежная М5 по 2-му классу
4отв. M5-2кл.		Четыре отверстия резьбовых сквозных. Резьба основная крепежная М5 по 2-му классу
M5-2кл глуб.10 св.глуб. 12	M5-2кл.глуб.10 св.глуб 12	Одно отверстие резьбовое глухое. Резьба основная крепежная М5 на глубину 10, отверстие под резьбу сверлить на глубину 12

Продолжение табл. 8

Примеры обозначения в чертежах		Как прочитать и уяснить сокращенную запись (обозначение отверстия)
на виде с торца отверстия, т. е. по направлению его оси	в продольных разрезах	
4 отв. М5-2кл глуб. 10 св. глуб. 12		Такое же отверстие, как предыдущее, но **их 4 шт.**
М4-2кл зенк глуб 1,5 х 90° с 2 х сторон	М4-2кл зенк глуб. 1,5 х 90° с 2-х сторон	Одно отверстие резьбовое с коническим углублением с двух сторон. Резьба основная крепежная М4 по 2-му классу, угол зенкера 90°, глубина зенкования 1,5

Примеры обозначения в чертежах		Как прочитать и уяснить сокращенную запись (обозначение отверстия)
на виде с торца отверстия, т. е. по направлению его оси	в продольных разрезах	
2отв. М4-2кл. зенк. глуб. 1,5×90° с 2-х сторон		Такие же отверстия, но их 2 шт.
	1отв. М3-2кл.	Запись **«1 отв. М3-2 кл.»** означает, что отверстие только с одной стороны сквозное резьбовое, резьба М3-2 кл. (основная крепежная). Проекцию *а* можно не давать

Проточки внутренние и внешние необходимы при нарезании резьбы на станке режущим инструментом (резцом или метчиком).

Иногда внешние и внутренние проточки обусловливаются конструкцией детали. Они повышают стойкость де-

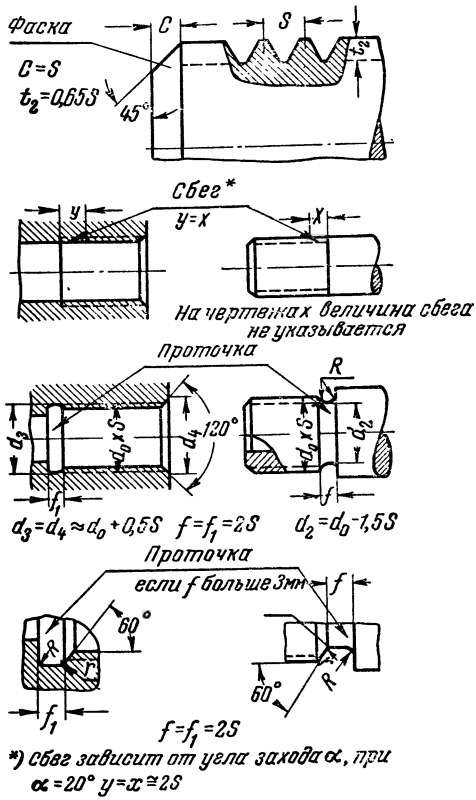


Рис. 70. Элементы резьбовых изделий и их соотношения

талей при работе в условиях вибрации, например: шпильки с проточками более стойки, чем шпильки без проточек.

Фаски, зенковки, сбеги, проточки стандартизованы. Поэтому очень часто на изображениях размеры для этих элементов бывают не проставлены, а даны в технических требованиях с обозначением по общесоюзной или ведом-

ственной системам, например, в виде записи «Проточки внутренние под резьбу по нормали 99СТ, проточки внешние по нормали 100СТ». Зная эти обозначения, можно взять соответствующий стандарт и в нем найти исполнительные размеры проточек, фасок, зенковок для всех резьб, которые встретились в чертеже.

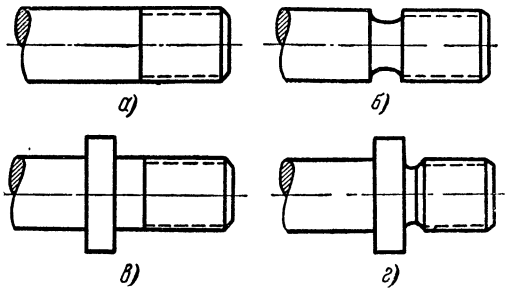


Рис. 71. Концы круглых деталей

На рис. 70 приведены соотношения размеров резьбовых элементов, т. е. зависимости их от основных величин: наружного диаметра резьбы (d_0) и шага (S). Так, например, катет фаски равен величине шага резьбы, т. е. $C = S$; ширина проточки примерно равна величине двух шагов резьбы, т. е. $f = 2\ S$ и т. д.

Эти данные получены путем сравнения числовых величин, указанных в стандартах на сбеги, проточки, фаски, зенковки. Они окажутся, при отсутствии стандартов под руками, удобными для пользования в практической работе и легко запомнятся. На рис. 71 показаны резьбовые концы деталей без проточек (рис. 71, *а*, *в*) и с проточкой (рис. 71, *б*, *г*).

При наличии в детали буртика, расположенного близко к границе резьбы, необходима проточка (рис. 71, *г*).

Раздел II

РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

§ 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ НА ТИПОВЫЕ ГРУППЫ

В первом разделе были рассмотрены общие сведения о чертежах. Изучать чертежи отдельных деталей удобнее всего, распределив их по группам. Рассмотрим общие черты, которые объединяют детали данной группы, а затем разберем чертежи деталей каждой группы. Такой подход поможет делать обобщения при чтении любого чертежа.

В настоящее время разработано много классификаций деталей машин по различным признакам. Детали можно распределять по группам и подгруппам:

1) по геометрическому признаку, принимая в основу форму детали, т. е. рассматривать в первую очередь поверхности, которыми она ограничена;

2) по технологическому признаку, принимая за основу технологический процесс изготовления деталей;

3) по конструктивным признакам, рассматривая назначение и работу деталей в конструкции;

4) по материалам, из которых они изготовляются;

5) по размерам и другим признакам.

Рассмотрим следующие группы чертежей:

Первая группа. Чертежи деталей, ограниченных преимущественно плоскостями. К этой группе отнесем также чертежи простых плоских деталей.

Вторая группа. Чертежи гнутых, штампованных и других деталей из листового материала.

Третья группа. Чертежи деталей, изготовляемых из фасонного сортового материала. К этой группе от-

несем все детали, изготовляемые из полуфабрикатов, труб, профилей различного сечения.

Четвертая группа. Чертежи деталей, ограниченных преимущественно поверхностями вращения. К ней отнесем чертежи так называемых «круглых» деталей: валов, втулок, вилок, ушков, штуцеров и т. п.

Пятая группа. Чертежи литых и штампованных деталей. К этой группе отнесем все несимметричные объемные (неплоские) детали.

Шестая группа. Чертежи деталей с элементами, изображаемыми условно. В нее войдут все чертежи деталей с резьбой, зубьями, шлицами и др., точное изображение которых связано с трудоемкими и сложными графическими работами. Стандартом установлено условно — упрощенное их изображение.

Эту группу чертежей подразделим на следующие подгруппы:

1) чертежи деталей с резьбой;
2) чертежи деталей с зубьями;
3) чертежи деталей с накаткой и шлицами;
4) чертежи пружин.

Седьмая группа. Чертежи деталей со сложным криволинейным контуром и ограниченных особыми криволинейными поверхностями. Из этой многообразной и обширной группы чертежей будут рассмотрены только чертежи плоских деталей со сложным контуром и отдельные примеры чертежей пространственных деталей, ограниченных сложными криволинейными поверхностями.

Восьмая группа. Чертежи армированных деталей. К этой группе относятся изделия, состоящие из различных, не однородных по структуре элементов: арматуры и так называемого «заполнителя». Изготовляются они с применением метода опрессовки и заформовки. По оформлению чертежа армированные детали занимают промежуточное положение между деталью и сборочной единицей-узлом. При чтении чертежей этой группы важно:

1) уяснить необходимость всех исполнительных размеров и дополнительных изображений на чертеже;
2) правильно прочитать спецификацию.

Производственные чертежи, взятые из каждой группы, иногда содержат различные отклонения от установленных правил составления и оформления их. Эти отклонения затрудняют чтение чертежей. В данном разделе рассмот-

рены образцовые и типичные чертежи, отвечающие своему назначению, целям и требованиям производства. Поэтому они будут являться также образцами при составлении рабочих эскизов и чертежей.

§ 9. НАЗНАЧЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Рабочие чертежи служат для изготовления по ним изделий. Основная цель чтения рабочих чертежей деталей — это уяснение порядка и рациональных действий, необходимых в процессе изготовления детали.

В современном производстве в процессе изготовления каждой детали участвует большой коллектив с различными профессиями и специальностями. Каждый производственник при чтении одного и того же чертежа видит в нем то, что ему нужно. Например, перед изготовлением простой детали из листового материала технолог и рабочий должны по чертежу решать задачи рационального раскроя материала с учетом минимальных отходов. При этом видеть пути экономии материала, правильно установить последовательность разметки, обеспечивающей большую точность и т. д.

На рабочих чертежах детали обычно отображают в законченном виде, т. е. такими, какими они поступают на сборку. По таким чертежам разрабатывается весь технологический процесс изготовления деталей, а при необходимости могут быть разработаны специальные виды чертежей, например технологические, на которых детали изображают в промежуточной стадии их изготовления.

Отметим некоторые особенности чтения чертежей на изделия-заготовки, чертежей на изделия, которые изготовляются из заготовок, и ремонтных чертежей с учетом их назначения.

1. Изделие-заготовка на чертеже изображается в таком состоянии, которое предполагает использование ее для доработки или изготовления более сложной конструкции (рис. 72, *а*).

Примерами чертежей изделий-заготовок могут служить чертежи заготовок рычагов корпусов, кронштейнов, шкал и планок для последующей их гравировки и др. Чертежи на изделия-заготовки выполняют по общим правилам, установленным для чертежей законченных изделий, поступающих на сборку.

При чтении чертежей на изделия-заготовки необходимо иметь в виду, что для их изготовления обычно применяют только один технологический метод (литье или штамповку, ковку или прокат) в зависимости от формы деталей и других особенностей. При таких условиях чистота поверхностей и класс точности размеров обычно бывают постоянные для всех элементов детали.

2. Чертежи изделий, которые предполагается изготовлять из изделий-заготовок (имеющих, в свою очередь, отдельные чертежи), очевидно, должны отличаться, так как их назначение иное. Пример чертежа изделия, изготовляемого из изделия-заготовки, показан на рис. 72, *б*. При чтении таких чертежей необходимо иметь в виду следующие особенности:

а) изделия изображают в окончательном виде и с указанием размеров для тех элементов, которые подлежат дополнительной обработке, а также указывают некоторые другие данные (отклонения, покрытия и т. д.);

б) из всех размеров самой заготовки могут быть указаны только габаритные и присоединительные размеры;

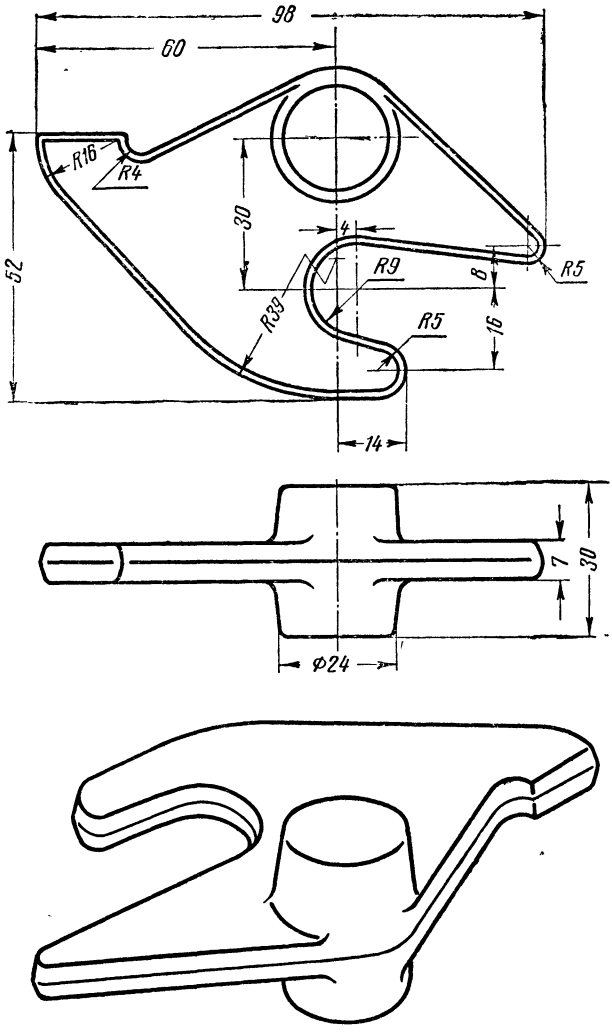
в) на чертеже те элементы изделия-заготовки, которые не подлежат дополнительной обработке, обычно бывают отображены не полностью, и чистота их поверхностей не обозначается;

г) от главного вида такого чертежа обычно дают выноску с номером изделия-заготовки (или ее чертежа), а в основной надписи в графе, предназначенной для указания материала, обязательно указывают номер изделия-заготовки.

3. Ремонтные чертежи во многом сходны с чертежами изделий, изготовляемых из изделий-заготовок, так как ремонтируемая деталь является как бы заготовкой. Ремонтный чертеж детали составляется с целью выполнения необходимых операций, связанных с ремонтом изделия. На рис. 73 приведен пример ремонтного чертежа детали.

Приступая к изготовлению конкретной детали по чертежу, надо продумать, как лучше использовать оборудование, станок и инструмент, организовать рабочее место, а может быть целесообразно будет изготовить приспособление или специальный инструмент.

Рабочий, умея хорошо читать чертежи, может внести рациональные поправки в технологический процесс изготовления детали, в ее конструктивную форму, в оснастку



а)

Рис. 72

а — чертеж и рисунок заготовки детали

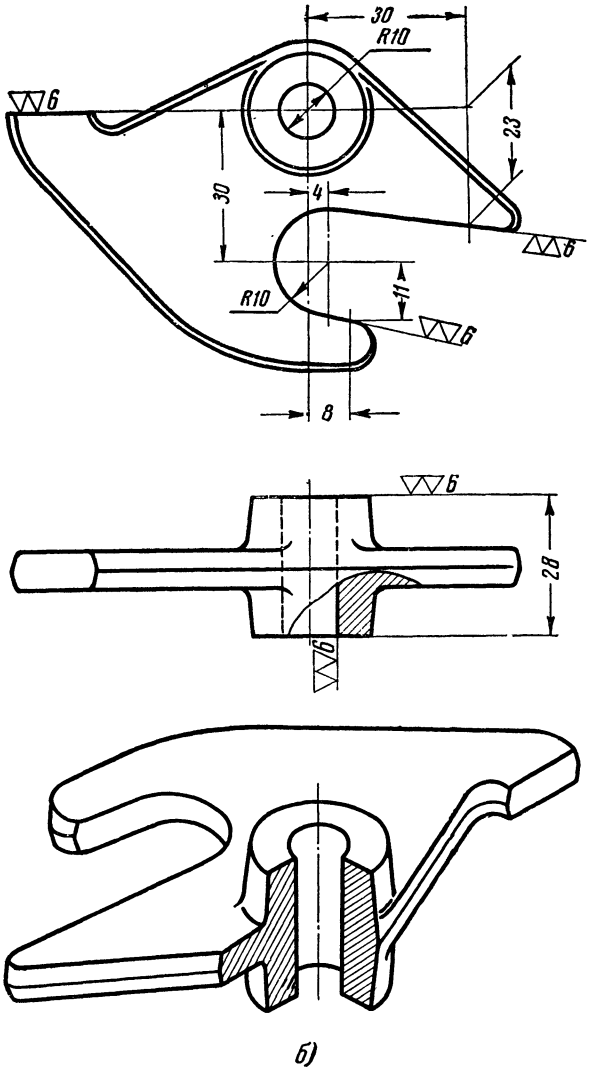


Рис. 72

б — чертеж и рисунок детали, изготовляемой из заготовки

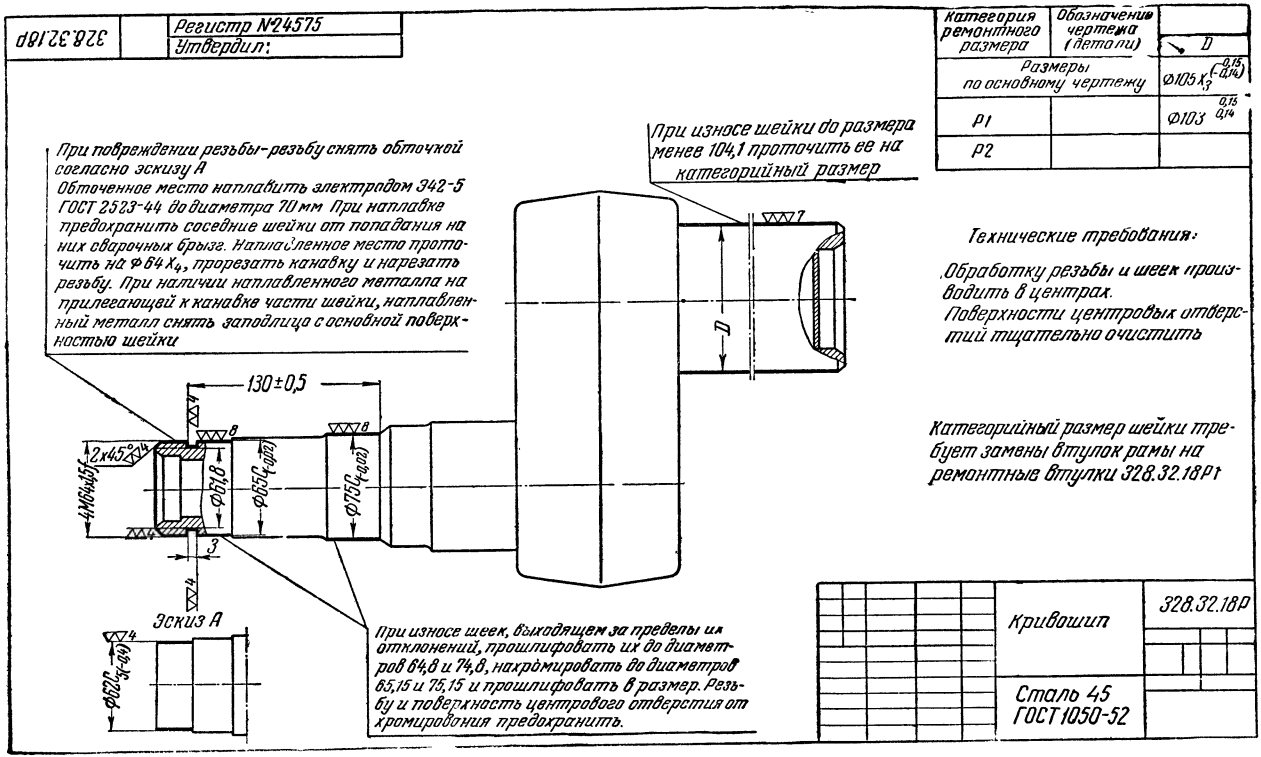


Рис. 73. Пример ремонтного чертежа детали

(штампы, приспособления и т. д.), добиваясь экономии материала, повышения качества, технологичности детали, повышения выработки.

Известно, что в условиях современного производства необходимым документом, кроме чертежа, являются технологические и операционные карты. Чертеж и технологическая карта не являются догмой при определенных условиях. Социалистическое производство непрерывно совершенствуется на базе высшей техники при самом активном участии широких масс рабочих. Рабочие совершенствуют технологию изготовления деталей, внедряют новые приспособления и т. д. Все новшества проводятся организованно с соблюдением технологической дисциплины. Умение хорошо читать чертеж способствует проявлению большой активности в творческом труде и быстрому повышению квалификации.

§ 10. ТРЕБОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА К РАБОЧИМ ЧЕРТЕЖАМ ДЕТАЛЕЙ

Качество каждого производственного чертежа оценивают по тому, как он соответствует требованиям производства. Общие требования производства к чертежу деталей, например точеных, литых, гнутых, листовых и т. д., заключаются в следующем:

1. Форму детали на чертеже отображают с применением только таких условных изображений, которые установлены стандартом. Количество видов, разрезов и сечений должно быть минимальным.

2. На чертеже детали обозначают чистоту поверхностей и необходимые размеры.

3. На чертеже должны содержаться необходимые технические указания, отражающие особенности работы.

Таким образом, первое основное требование относится к форме детали, второе связано с простановкой и нанесением размеров, третье относится к техническим указаниям.

Пример рабочего чертежа, отвечающего этим требованиям, был приведен на рис. 37 (корпус прибора), где подробно рассмотрена форма изображенной на нем детали, дано обоснование и пояснение каждого размера.

Сложный чертеж, состоящий из трех основных проекций и 15 дополнительных изображений, читается легко и быстро.

Назначение рабочего чертежа как основного производственного документа, по которому детали изготовляются на производстве, налагает на конструктора большую ответственность.

При составлении и оформлении чертежей конструктор должен быть требователен к себе, внимателен, аккуратен. От того, как составлен и оформлен чертеж, во многом зависят быстрота и безошибочность его чтения.

Анализ производственных чертежей показывает, что конструктор бывает иногда «щедрым» — дает лишние проекции, неоправданно нарушает проекционную связь между изображениями, размеры проставляет необоснованно с точки зрения технологии и распределяет их «равномерно», т. е. разбрасывает размеры, относящиеся к одному элементу детали, на другие проекции, которые даны совсем не для выявления этого элемента и т. д.

Иногда конструктор является вполне грамотным, но излишне «экономным» — неоправданно сокращает количество изображений на чертеже, делает всевозможные наслоения изображений, а иногда вводит ничем не обоснованные, нестандартные и нигде не оговоренные свои особые условности — «ребусы» для рабочего и т. д. Все это усложняет чтение чертежа, приводит к ошибкам, задержкам в производстве. Чертеж на рис. 74 доставит немало хлопот производственникам и конструктору. Некоторые ошибки и неточности отмечены на этом чертеже.

Рассмотренные требования являются общими для рабочих чертежей.

Какими же должны быть сами изделия — детали и узлы, отображенные на этих чертежах? Как должен быть связан чертеж с технологией? Как обеспечить многократное использование при проектировании новых машин чертежей конструктивных и технологических деталей и узлов?

Эти вопросы приобретают в настоящее время большое значение в связи с широким размахом проектирования новых машин, внедрением новой техники во все отрасли народного хозяйства в свете директив XX съезда КПСС.

Они должны решаться инженером при конструировании и изготовлении чертежей, но большой вклад в это

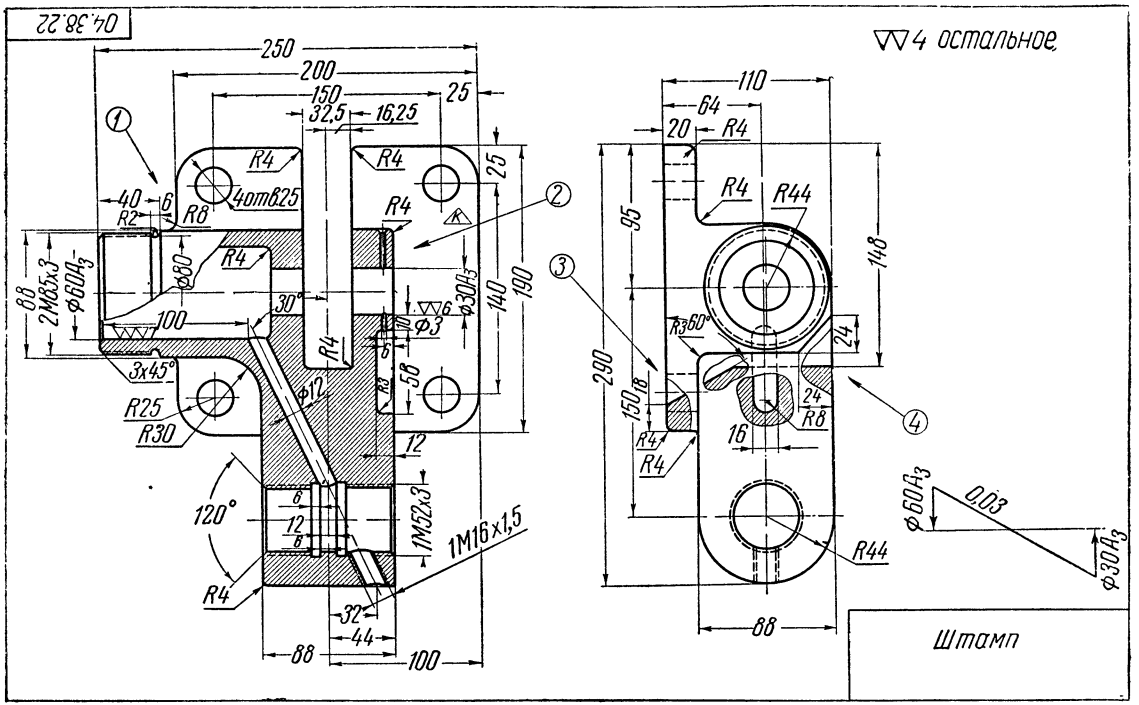


Рис. 74. Чертеж корпуса гидрозажима. Пример неполного чертежа, по которому могут быть изготовлены детали, отличающиеся между собой; чертеж читается трудно:

1 — не отображена переходная поверхность между штуцером и фланцем (размер R *8* запутывает); *2* — неясно положение отверстия (см. *вид слева*); *3* — не выявлена форма среза; *4* — не показана протяженность фаски

дело могут внести и вносят рабочие, технологи, все те, кто изготовляет изделия по чертежам. Поэтому наряду с изучением общих и основных вопросов чтения формы детали по чертежу, размеров, обозначений и технических указаний надо познакомиться с перспективами развития чертежа; узнать, каким должен быть современный производственный чертеж.

Детали, изображаемые на чертежах, должны быть технологичными, с рациональными формами, грамотно проставленными размерами и другими обозначениями. На таких чертежах «чисто конструктивные» размеры назначаются там, где они действительно обусловлены требованиями и особенностями конструкции машин. Все же остальные конструктивные размеры, полно и точно определяющие деталь, должны быть правильно согласованы и увязаны с производственными процессами изготовления деталей. Размеры должны быть заданы от таких баз, которые будут наиболее удобны для измерений контролируемых размеров и форм.

В таких чертежах могут быть как исключение указаны и технические условия с особыми технологическими приемами. Однако это возможно только тогда, когда для изготовления всей детали или ее элемента эти условия и приемы единственные при современном уровне техники и отражают новейший передовой опыт новаторов.

Понятие о технологичности дает рис. 75, на котором показано несколько примеров правильно выбранных форм деталей и их размеров с учетом технологического процесса, а также отмечены ошибки в конструкциях аналогичных деталей. Если учесть, что детали, показанные на рис. 75, должны быть изготовлены из высококачественной стали с весьма повышенными требованиями прочности, исключающими возможность применения даже специальных способов литья, то недостатки в конструкциях таких деталей, усложняющие их изготовление, будут понятны без дополнительных разъяснений.

Требование так называемой «независимости чертежа» от технологии, несомненно, предполагает не произвольный выбор форм и размеров (которые конструктор иногда оправдывает неубедительными и ничем не обоснованными «конструктивными соображениями»), но, наоборот, технологичность конструктивных форм деталей, а также технологичность простановки всех размеров и обозначений.

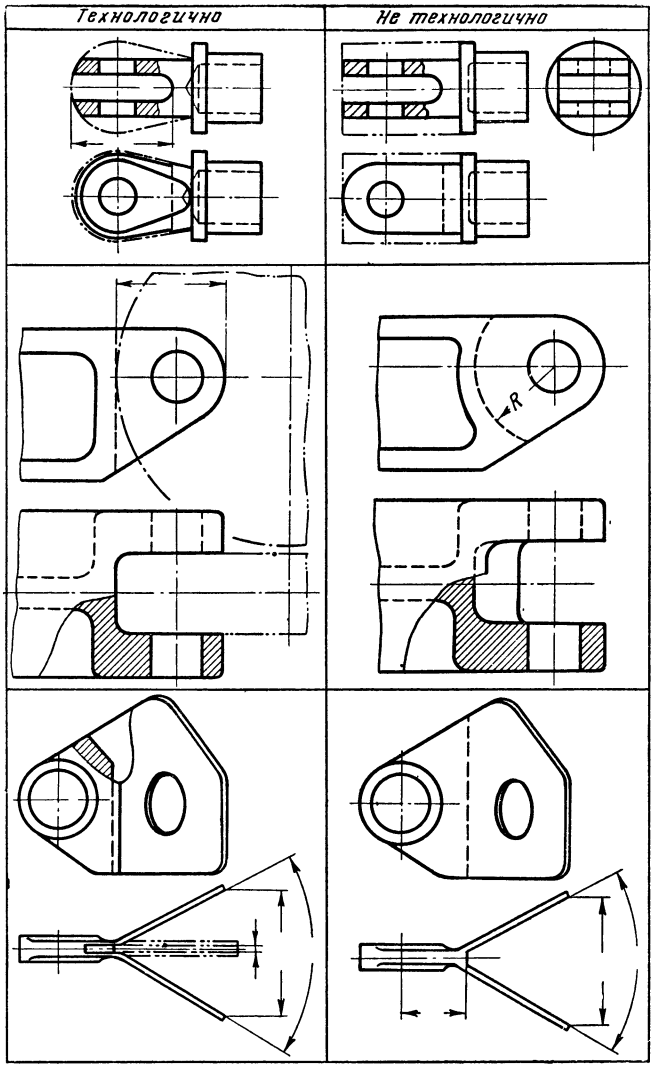


Рис. 75. Примеры выбора форм и размеров элементов деталей с учетом рациональных технологических процессов. Слева показаны технологичные детали, а справа — нетехнологичные

При этом «независимый» чертеж должен исключать все «местные», т. е. применимые только в данных условиях технические указания, мешающие понимать чертеж и сковывающие инициативу производственного персонала предприятия, которому передается техническая документация. Иначе говоря, «независимый» чертеж не должен быть «прикован» к определенным приемам, не единственным для изготовления данной детали и порой не рентабельным для другого предприятия.

Для многократного использования в новых конструкциях чертежей типовых деталей и узлов важное значение имеет рациональная чертежная система в оформлении чертежей, хорошо продуманная нумерация чертежа и т. д. Чертеж должен быть оформлен так, чтобы изменения в одних чертежах не вызывали изменения в других и в случае использования удачных деталей и узлов при проектировании новых изделий не требовалось бы вносить исправления в чертежи или их перечерчивания.

Кроме того, для сокращения сроков проектирования машин большое значение имеет выпуск таких комплектов рабочих чертежей, которые не потребуют от технологов их переработки при передаче в серийное производство, а также дальнейшая разработка приемлемых для практики упрощенно-условных изображений и обозначений.

За последнее время создано и выпускается отечественной промышленностью множество различных новых усовершенствованных станков, машин, приборов.

Конструкторская и производственная практика знает немало примеров, которые убеждают в том, что значительного усовершенствования станков, машин, приборов и т. д. можно достигнуть только в результате комплексного анализа и продумывания всех элементов механизма, намеченного к созданию или усовершенствованию. Эта работа проводится в творческом содружестве рабочих, конструкторов, техников, работников науки. Только в результате комплексного анализа и продумывания всех элементов были созданы взамен старых, сложных и громоздких, новые детали с простыми технологическими формами и размерами. Как следствие этого чертежи новых деталей были разработаны так, что ни изображенные формы, ни назначенные размеры элементов и ни оформление не вызывали трудностей при изготовлении по ним деталей. Рабочие меньше затрачивали времени на чтение чертежа.

Все это привело к унификации и стандартизации деталей, уменьшению их количества, снижению веса машин и их стоимости, к сокращению сроков внедрения и значительному повышению качества всей машины. Следовательно, чертежи деталей, имеющих технологические формы, размеры, рациональное оформление, способствуют значительному ускорению выпуска изделий высокого качества.

§ 11. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЧТЕНИЯ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ

При чтении чертежа необходимо придерживаться определенной последовательности и порядка, который сводится к следующему.

Первая операция. Прочитать основную надпись и в общих чертах ознакомиться с техническими требованиями. При этом уяснить в первую очередь, какой должен быть материал, какая его термообработка и покрытие, в каком виде подается заготовка детали.

Вторая операция. Установить количество видов проекций, их взаимосвязь, а также уяснить, какие применены упрощенные условные изображения элементов детали и понять их.

Третья операция. Решить, какую форму имеет изображенная на чертеже деталь путем мысленного расчленения ее на составляющие геометрические элементы и реконструирования, т. е. мысленного воспроизведения формы каждого составляющего элемента по имеющимся изображениям.

Четвертая операция. Уяснить, к каким элементам детали относятся размеры, какую величину они обозначают (диаметр, длину, ширину или глубину и т. д.); это поможет уточнить форму еще неясных элементов детали. Найти размерные базы, а уже затем установить наиболее ответственные размеры сопрягаемых элементов и размеры, входящие в размерные цепи, для которых обычно указаны допуски и посадки.

Пятая операция. Подробнее уяснить все технические требования и указания, которые обусловливают особенности и последовательность работы по чертежу. Особое внимание обратить: на указания о совместной

обработке — сверлении, растачивании и т. д.; на указания об отклонениях от геометрической формы; выяснение, когда производится термическая обработка — до механической или после нее; если деталь должна иметь покрытия, то необходимо уяснить, даны ли размеры с учетом толщины слоя покрытия или без учета и т. д.

Шестая операция. Уяснить порядок и все рациональные действия, необходимые в процессе изготовления детали для превращения заготовки или полуфабриката в деталь.

§ 12. ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ, ОГРАНИЧЕННЫХ ПЛОСКОСТЯМИ

К этой группе будем относить все чертежи плоских деталей, изготовляемых из листов и плит (толстых листов и полос). Плоские детали находят широкое применение, так как их несложно изготовить следующими способами:

1) фрезерованием по контуру, причем основные плоскости детали идут из-под проката и дополнительно не обрабатываются:

2) штамповкой и вырубкой по контуру;

3) путем фрезерования или строгания всех плоскостей деталей (клинья, плиты, сухари);

4) способом автогенной резки по контуру для деталей из листового материала, сравнительно толстого;

5) фотохимическим способом с травлением для деталей из тонкого листового материала и другими способами.

В индивидуальном и опытном производствах эти детали обычно изготовляют путем слесарной обработки.

При чтении чертежей деталей этой группы важно уяснить рациональные способы, методы и последовательность разметки, а также продумать, как лучше использовать материал с учетом наименьших отходов.

Отметим, что плоские детали, изготовленные из листового материала, изображают в одной проекции, показывающей их контурные очертания. Если у детали все поверхности подлежат дополнительной обработке, такие детали обычно изображают в двух — трех проекциях. В массовом серийном производстве эти детали, имеющие относительно толстые элементы, можно перевести на

литье и горячую штамповку. На рис. 76 показан чертеж плоской симметричной детали из листового материала. Деталь изображена в одной проекции, на которой мы видим ее контурные очертания. Толщину материала определяем по обозначению Д16А-М-Л2 в основной надписи. Это дюралюминиевый высокопрочный сплав (Д16А), отожженный (М). Последняя группа в этом обозначении

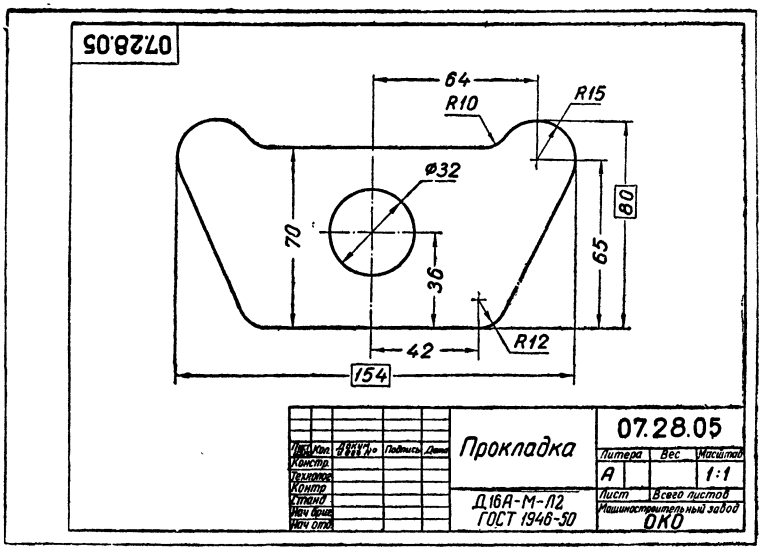


Рис. 76. Чертеж плоской симметричной детали из листового материала

является сокращенной записью: «Листовой материал толщиной 2 *мм*». Деталь симметричная, поэтому одной размерной базой при разметке будет служить ось симметрии детали, другой — перпендикулярная кромка детали. В данной детали по проставленным размерам легко установить, что этой кромкой служит нижняя, так как от нее отсчитаны все размеры по вертикали. Размеры на чертеже плоской детали служат в опытном производстве для индивидуальной разметки по контуру, а в серийном производстве — для изготовления приспособления штампа или шаблона. При разметке сначала проводятся две

взаимно-перпендикулярные базовые линии, от которых откладываются размеры для заданных центров дуг окружностей, затем проводятся дуги, касательные, выполняется сопряжение прямой с дугой окружности.

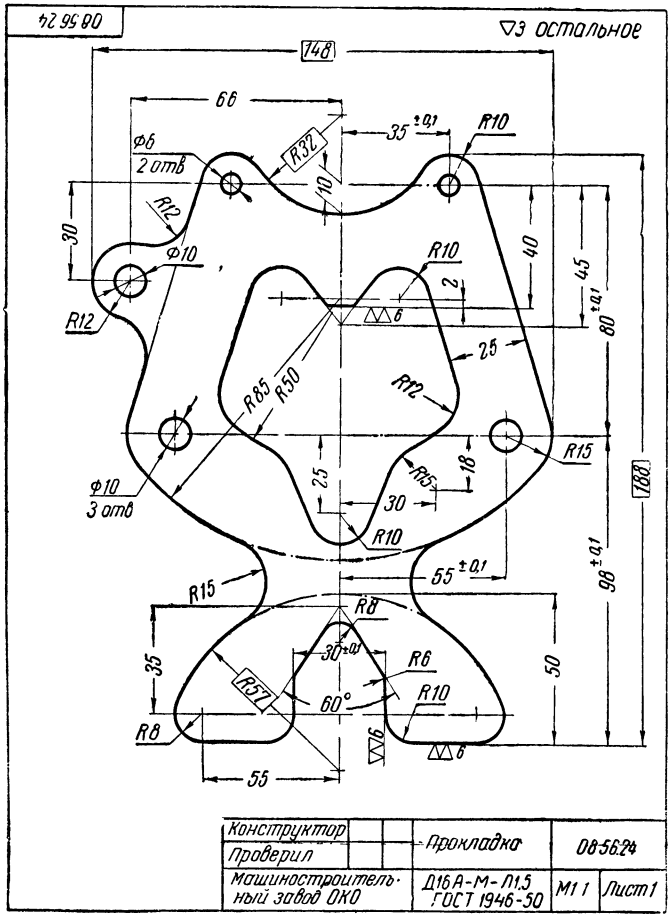


Рис. 77. Чертеж плоской несимметричной детали из листового материала

На рис. 77 показан чертеж прокладки, очертания которой сложнее. Все элементы контурного очертания симметричны, за исключением ушка с левой стороны. С целью

улучшения чтения, все размеры показаны с правой стороны, за исключением размеров упомянутого ушка, нарушающего симметричность очертания всей детали. Если бы размеры оказались равномерно распределенными по обе стороны, то, чтобы установить, является ли деталь симметричной, потребовалось бы сопоставить все проставленные на чертеже размеры, так как при чтении появляется сомнение в симметричности расположения всех других элементов очертания. Основными базами при разметке служат основная ось симметрии и нижняя кромка детали, перпендикулярная оси. Для удобства отсчета размеров и повышения точности при разметке введены вспомогательные базы, ориентированные от основной.

При разметке детали в первую очередь необходимо продумать, какие встречаются геометрические построения и сопряжения; надо наметить последовательность построений, чтобы можно было построить все очертание детали быстро и точно.

Контурное очертание детали, показанной на рис. 77, позволяет применить все встречающиеся при разметке геометрические построения. С целью пояснения этих построений на рис. 78 приведено очертание той же детали и отдельно вынесены элементы геометрических построений, распределенные по следующим группам:

1. Скругление углов.
2. Касательные к дугам окружностей.
3. Сопряжение дуги окружности и прямой дугой заданного радиуса.
4. Сопряжение двух дуг окружностей дугой заданного радиуса.
5. Сопряжение двух дуг окружностей дугой, проходящей через заданную точку.

Для каждого элемента тонкими линиями, как это и выполняется при разметке, показаны необходимые дополнительные построения при выполнении сопряжений. На контурном очертании самой детали позициями со стрелками указаны места, где встречаются рассмотренные элементы геометрических построений при разметке по чертежу. Начинать построения всегда надо с проведения базовых линий, от которых затем откладывают координаты заданных точек, центров дуг окружностей, центров окружностей. После этого по элементам выполняются все построения. Начинать лучше с тех, которые позволяют

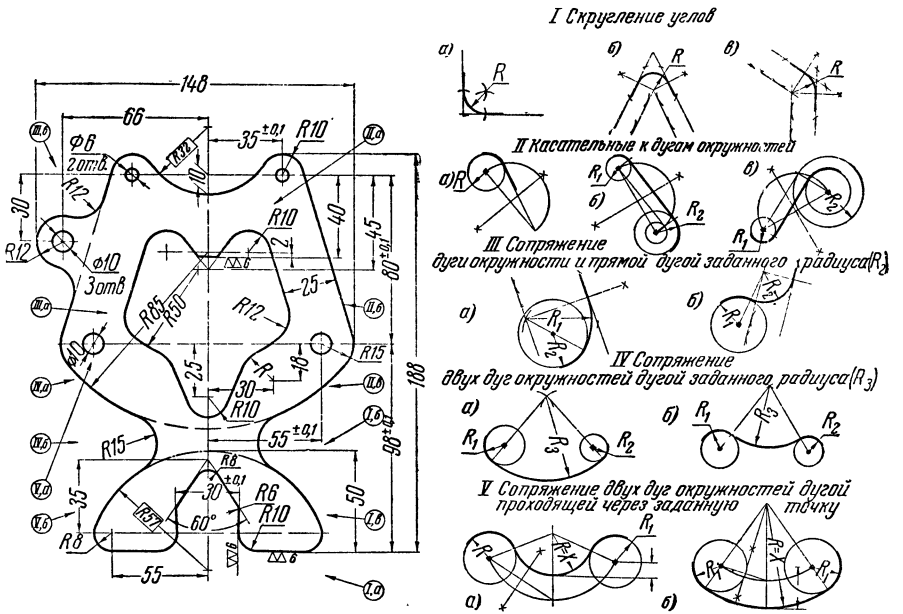


Рис. 78. Чертеж-справочник основных геометрических построений на конкретном примере

быстрее представить все очертание детали. Важно правильно наметить последовательность выполнения построений по элементам, чтобы как можно быстрее и точнее выполнить все очертание детали.

На рис. 79 показана деталь, ограниченная плоскостями. Эту деталь можно изготовить из плиты путем фрезерования. В массовом производстве ее легко перевести

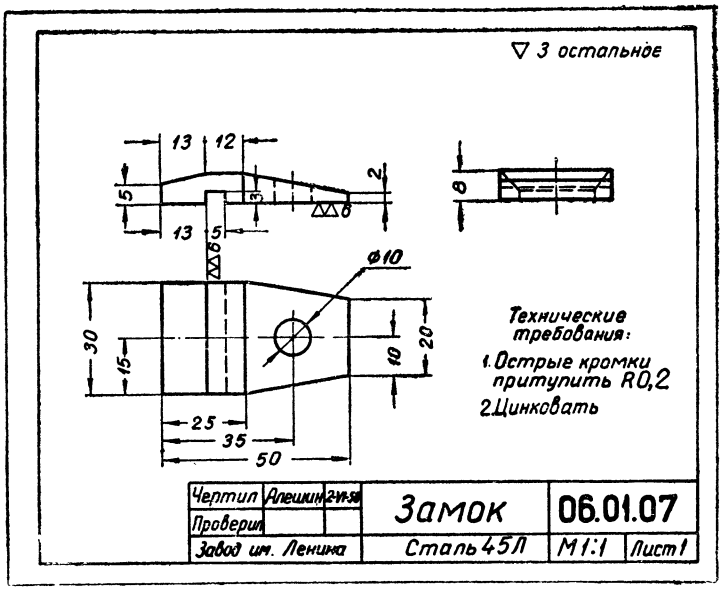


Рис. 79. Чертеж детали, ограниченной плоскостями

на штамповку и точное литье. Деталь призматической формы потребовала трех проекций для ее изображения. Понять форму детали и ее размеры нетрудно. Вид слева оказался без размеров, однако эта проекция необходима, так как она показывает, что ребра острые и не имеют закруглений.

§ 13. ДЕТАЛИ ИЗ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

К этой группе относятся чертежи деталей (рис. 80) гнутых и штампованных из листового материала (кроме плоских, рассмотренных ранее). Для изготовления таких

деталей требуются точные развертки или приближенные заготовки (для штампованных деталей с вытяжкой).

Развертки и заготовки ничем по существу не отличаются от плоских деталей из листового материала, рассмотренных в § 12.

Если деталь представляет, например, оболочку, ограниченную поверхностью вращения, то изготовить ее легко путем выдавливания. Таким образом, мы встречаем в де-

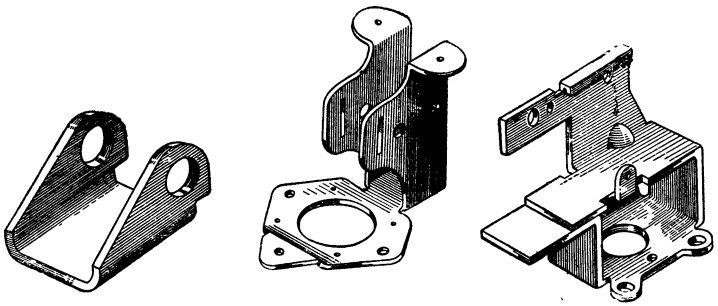


Рис. 80. Рисунки детали из листового материала

талях этой группы принцип обработки с вращением заготовки детали.

При чтении чертежей этой группы важно:

1) знать, как получаются на чертежах развертки, а при их отсутствии на чертеже гнутой детали уметь их выполнить;

2) уметь отличать на чертеже размеры, необходимые для гиба и изготовления штампов; выделить из всех размеров исполнительные размеры, служащие для выполнения после гиба таких операций, как, например, сверление по кондуктору, развертывание и т. д.;

3) уметь определять размеры заготовки, если таковые на чертеже не проставлены.

Рассмотрим на примерах некоторые особенности чтения чертежей деталей, изготовленных из листового материала.

На рис. 81 показаны чертеж гнутой детали и ее развертка из листового материала. Условными штриховыми линиями отмечены границы сгиба. На проекциях в согнутом виде проставлены те размеры, которые необходимы для сгиба; указан внутренний радиус сгиба, нужный для

изготовления пуансона гибочного штампа или шаблона для изгиба на гибочном станке. Отверстия в детали должны быть выполнены после сгиба, чтобы обеспечить па-

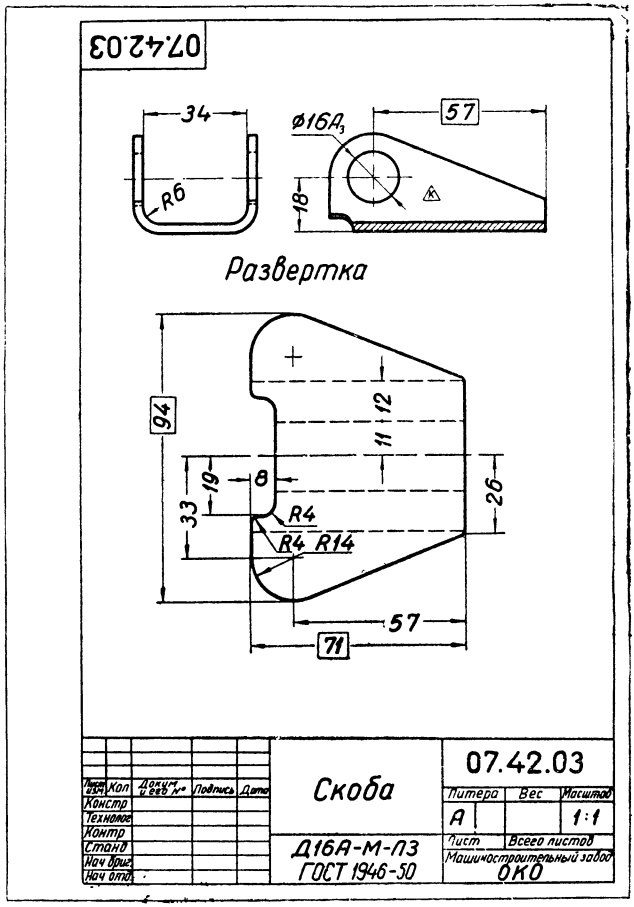


Рис. 81. Пример чертежа гнутой детали из листового материала (установочные отверстия не показаны)

раллельность оси относительно основания детали, поэтому на согнутом виде указан диаметр этих отверстий. При изготовлении детали сначала производят разметку на плоском листе по размерам, проставленным на развертке.

В серийном производстве фрезеруют по контуру пачками по изготовленному шаблону. Согласно размерам, поставленным на развертке, можно изготовить штамп для вырубки по контуру или вырезать детали другими способами. Полученные заготовки-развертки затем сгибают.

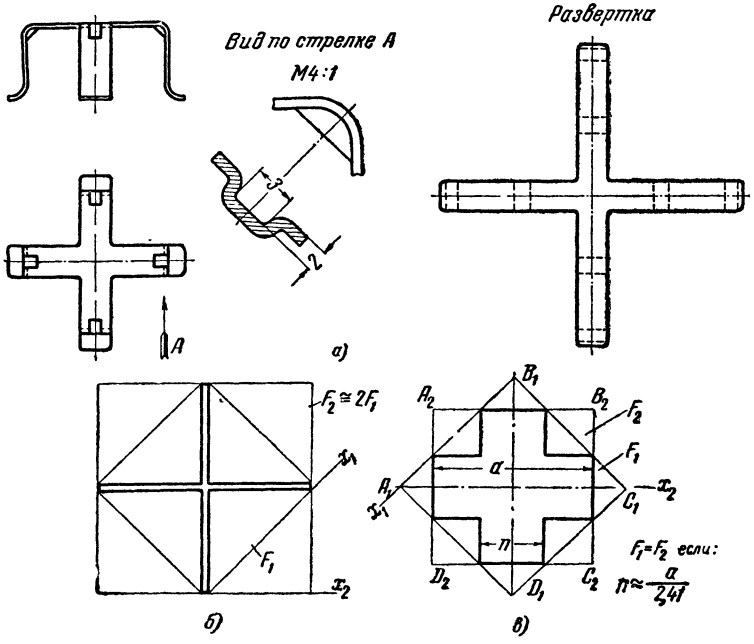


Рис. 82. Деталь с отштампованными ребрами в согнутом виде и ее развертка

На рис. 82 также показан чертеж гнутой детали, но в этой детали требуется отштамповка углов для получения пружинения лапок детали.

При проектировании штампов для единичных и полосовых заготовок, а также при единичном изготовлении деталей из прямоугольных заготовок в опытном, мелкосерийном и ремонтном производствах важно уметь точно определить наивыгоднейшие габаритные размеры по чертежу. Если эти размеры проставлены, надо отнестись к ним критически при чтении чертежа.

На примере развертки детали (рис. 82, *а*) видно, что

для некоторых симметричных деталей (а развертка этой детали имеет две пары осей симметрии) не всегда сразу можно указать направление замера наивыгоднейших габаритных размеров, соответствующих наименьшей площади прямоугольной заготовки.

В рассмотренном примере направление замера, отмеченное буквой x_1 на рис. 82, *б*, определит наивыгоднейшие габаритные размеры. Направление же, отмеченное буквой x_2, даст самые невыгодные габаритные размеры и приведет к излишним потерям материала. Найдено выражение для размера n, при котором площадь F_1 и F_2 квадратов $A_1B_1C_1D_1$ и $A_2B_2C_2D_2$, окажутся равновеликими.

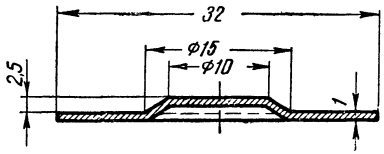
Итак
$$n = \frac{a}{1+\sqrt{2}},$$
или
$$n \approx \frac{a}{2{,}41}.$$
При этих условиях $F_1 = F_2$.

Отсюда очевидно, что если размер n меньше этой величины, т. е.
$$n < \frac{a}{2{,}41},$$
то направление замера, отмеченное буквой x_1, будет соответствовать наименьшей площади квадрата, т. е.
$$F_1 < F_2.$$
Если размер n больше этой величины, т. е. $n > \frac{a}{2{,}41}$, то наименьшая площадь квадрата получится при замере по направлению x_2, т. е. $F_2 < F_1$.

К вопросу определения наивыгоднейших габаритных размеров мы вернемся в § 18 при рассмотрении деталей сложной формы и в том числе плоских со сложным контурным очертанием.

На рис. 83 показана деталь, требующая отштамповки углубления конической формы. Отметим, что вырубку по контуру и отштамповку этого углубления можно произвести одновременно за один удар. Развертки для таких деталей не требуются.

На рис. 84 показан чертеж детали, изготовить которую значительно сложнее.



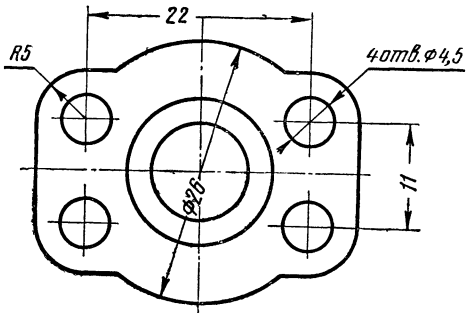


Рис. 83. Пример чертежа детали из листового материала, имеющей отштампованное углубление

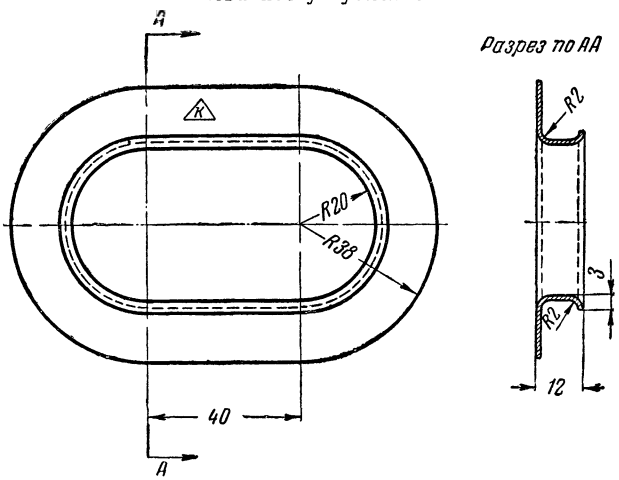


Рис. 84. Пример чертежа детали, изготовляемой методом штамповки

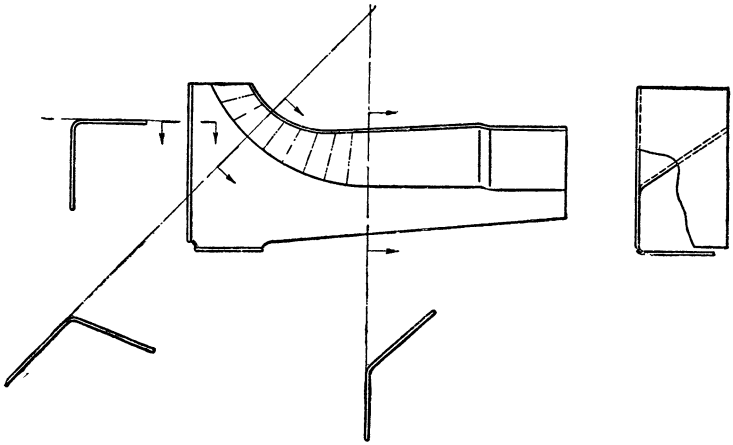


Рис. 85. Чертеж детали сложной формы, штампованной из листового материала; некоторые элементы детали могут быть получены простым гибом

В серийном и массовом производствах подобные детали изготовляют с применением штампов.

На рис. 85 показана деталь, у которой два ребра получены простым гибом и одно — штамповкой с вытяжкой. Это ребро представляет неразвертывающуюся линейчатую поверхность. Предлагается читателю проставить размеры на чертеже и определить приблизительную заготовку для изготовления этой детали.

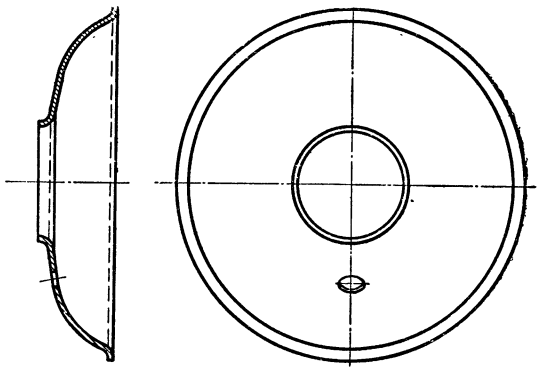


Рис. 86. Чертеж детали из листового материала, представляющий тело вращения

На рис. 86 показана деталь из листового материала,

представляющая тело вращения. Для таких деталей заготовкой при их изготовлении на давильном станке служат круглые диски, диаметр которых определяется по формулам, полученным опытным путем. В массовом производстве их целесообразно изготовлять штамповкой.

§ 14. ДЕТАЛИ, ИЗГОТОВЛЯЕМЫЕ ИЗ ФАСОННОГО СОРТОВОГО МАТЕРИАЛА (ПОЛУФАБРИКАТОВ)

К этой группе относятся детали, изготовленные из труб и профилей различного сечения, в том числе и переменного по длине.

Отметим, что различие между трубой и профилем заключается в том, что у трубы в поперечном сечении мы получаем замкнутый контур, а у профиля открытый. Материал для изготовления этих деталей поступает в виде полуфабриката.

При чтении чертежей деталей этой группы важно:

1) правильно уяснить все исполнительные размеры, так как всех размеров в поперечном сечении трубы или профиля не указывают, а проставляют те, которые необходимы для доработки профиля;

2) уяснить чистоту поверхности обрабатываемых участков профиля или трубы;

3) уяснить метод изготовления детали с использованием контрольных и гибочных шаблонов деталей и профилей, гнутых по кривым линиям.

Чертежи таких деталей имеют много общего в оформлении с чертежами деталей, изготовляемых из изделий заготовок. На чертеже важно ясно показать те места, которые подлежат дополнительной обработке.

Рассмотрим чертежи деталей, изготовленных из фасонного сортового материала (полуфабрикатов).

На рис. 87 показан чертеж трубы. Как видно из чертежа, эта деталь изготовляется из полуфабриката — трубы, наружный диаметр которой 30, а внутренний — 26. Эти размеры указаны для справки на главном виде. В основной надписи, в графе «Материал» мы видим обозначение полуфабриката 30ХГС-Т30-26, указывающего как материал, так и размеры трубы в поперечном сечении. По главному виду и сечению мы определяем необходимую доработку трубы, которая заключается в приторцовке концов и выполнении двух прорезей.

На главном виде труба изображена с обрывом, характерным только для трубчатых элементов. Очевидно, что длина трубы 293 является правильной. Чистота поверхностей элементов, подлежащих обработке, отмечена на самих изображениях; остальные поверхности детали не обрабатываются и идут из-под проката с чистотой, ука-

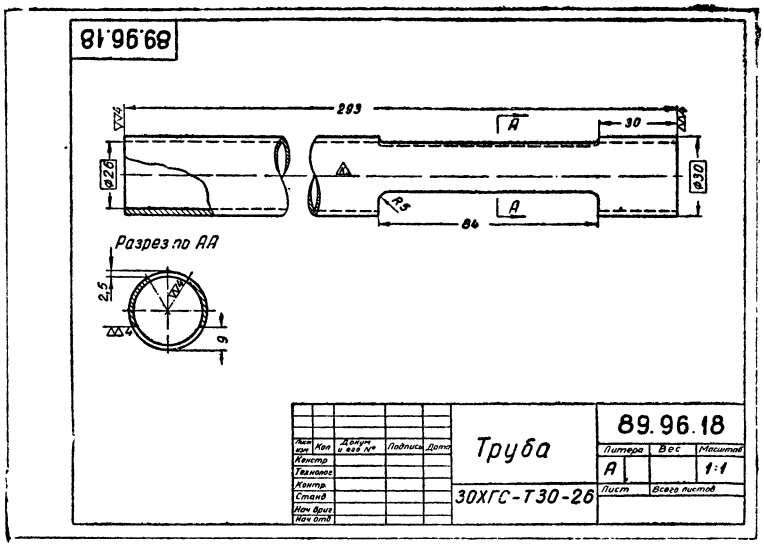


Рис. 87. Рабочий чертеж детали, изготовленной из стандартной трубы

занной в технических условиях на эти трубы. Если по конструктивным соображениям такая чистота не удовлетворяет, конструктор назначает ту, которая обусловлена условиями работы детали в конструкции, отмечая размерами участки, подлежащие обработке.

На рис. 88 показан чертеж детали, изготовленной из профиля. В графе основной надписи, где указываются сведения о материале, будет проставлено обозначение: *Д16-Т-Пр, 105-12*. Это обозначение указывает, что для изготовления детали необходимо взять прессованный дюралюминиевый профиль.

Прочитаем форму: полное (без доработки) сечение профиля показано без размеров (эти размеры нам не требуются). В остальных сечениях мы видим проставлен-

ные размеры и обозначения чистоты. Это значит, что в соответствующих местах профиль требует доработки. Два основных изображения (главный вид и вид сверху) с проставленными размерами, вместе с необходимыми сечениями в переходных местах ясно показывают всю требующуюся обработку профиля. Профиль изображен с обрывами, которые применяются с целью экономии бумаги для чертежа и удобства пользования им. Обрыв показан волнистой линией, что характерно для всех деталей, кроме круглых.

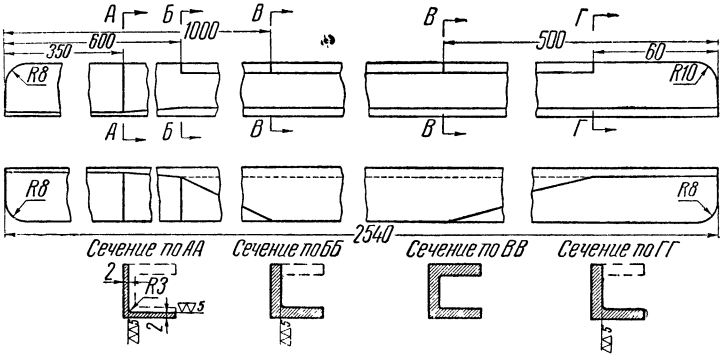


Рис. 88. Рабочий чертеж детали, изготовленной из прессованного профиля (основная надпись не показана)

Прочитаем размеры. На вынесенных сечениях показаны толщины стенок в переходных местах профиля. На основных изображениях указаны линейные размеры от правого и левого торца до переходных мест, т. е. до тех мест, в которых профиль меняет свое сечение. Продольные линейные размеры всегда проставляют действительные, независимо от того, изображен ли профиль с обрывами или без обрывов.

Над основной надписью чертежа имелось очень важное указание — «Правый показан; левый — отраженный вид».

Наличие такой надписи указывает на то, что по чертежу необходимо изготовить, согласно указанию в наряде на работу, определенное количество правых деталей, изображенных на чертеже, и левых, для которых эти изображения будут выглядеть так, как мы увидим их в зеркале. Несоблюдение этого указания приведет к браку или

к задержке в производстве, так как придется дополнительно заказывать еще левые «отраженные» детали.

Для деталей симметричных эту надпись на чертеже давать не потребуется, так как она не имеет смысла.

§ 15. ЧЕРТЕЖИ КРУГЛЫХ ДЕТАЛЕЙ

К этой группе относятся чертежи так называемых круглых деталей: валов, втулок, вилок, ушков, штуцеров, штоков, болтов, гаек и т. п., примеры которых показаны на рис. 89.

Для деталей данной группы главный вид располагают так, что ось принимает горизонтальное положение относительно основной надписи чертежа. Такое изображение соответствует положению детали на станке.

Круглые детали наиболее распространены в машиностроении и приборостроении. Это объясняется тем, что конструктор, проектируя детали, старается, чтобы они были технологичными, чтобы большинство поверхностей детали являлось поверхностями вращения и лучше всего, если они окажутся соосными.

При чтении чертежей деталей этой группы важно:

1. Знать условности, установленные стандартом, которые применяют для сокращения графической работы (уменьшение количества проекций, совмещение вида с разрезом и др.), улучшения и ускорения чтения чертежа.

2. Правильно определить главный вид, уяснить назначение всех дополнительных изображений.

3. Найти и уяснить размеры наиболее ответственных сопрягаемых элементов детали.

4. Правильно найти размерные базы.

К группе круглых деталей отнесены и те, которые требуют дополнительной механической обработки отдельных элементов детали путем фрезерования, сверления, нарезания или накатывания резьбы, долбления.

Рассмотрим примеры чтения типовых чертежей деталей этой группы.

Чертеж, изображенный на рис. 90, сразу дает нам представление о детали. Это простой валик. Особых указаний на чертеже не имеется. Кроме двух элементов *1* и *4*, требующих 6-го класса чистоты их поверхности, все остальные поверхности имеют 3-й класс (см. указа-

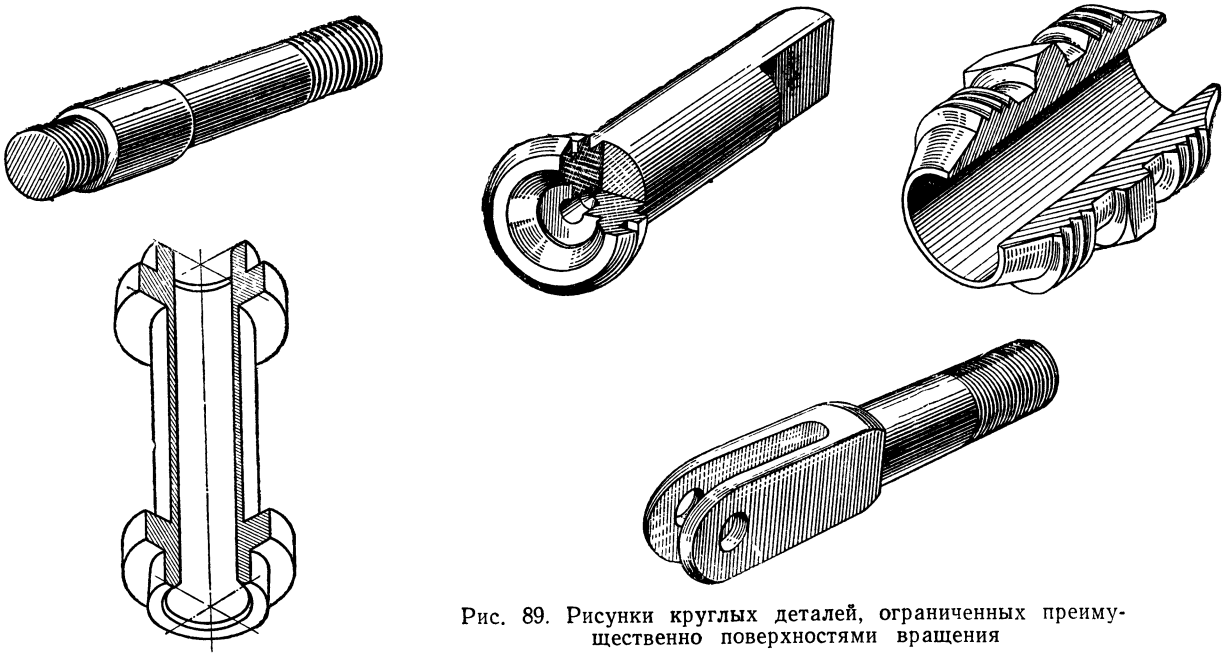


Рис. 89. Рисунки круглых деталей, ограниченных преимущественно поверхностями вращения

тель 2). Заметим, что поверхность элемента 1 должна иметь не только более высокий класс чистоты, чем остальные, но и более высокий класс точности размера. Размер $32C_3$ указан по 3-му классу точности, посадка скользящая. Такие условия дают нам право заключить, что это сопрягаемый элемент, и к нему нужно отнестись более внимательно, чтобы точно выполнить требования.

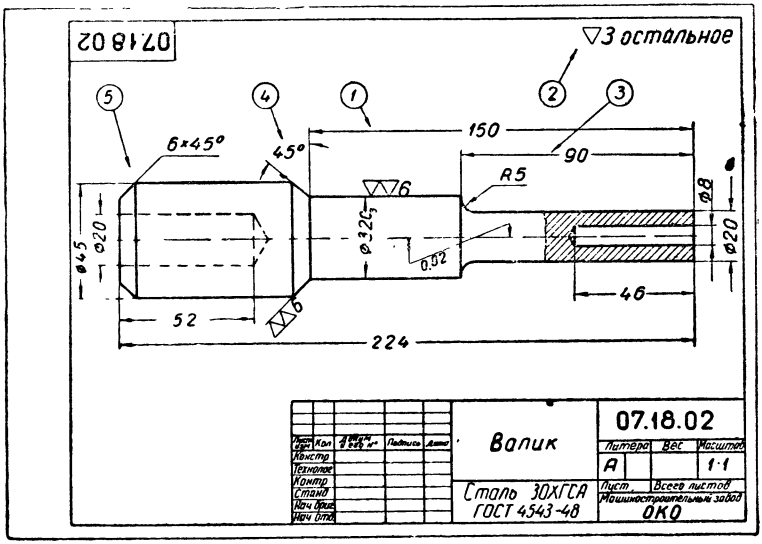


Рис. 90. Пример чертежа ступенчатого валика

На чертеже дана одна проекция — главный вид. Проведена горизонтальная осевая линия. Перед размерными числами на вертикальных размерных линиях, перпендикулярных к оси, проставлены знаки диаметров. При таких условиях мы сразу видим, что деталь «круглая». Поверхности, ограничивающие валик, кроме торцовых, представляют поверхности вращения. Все они соосные без эксцентриситетов. Перечислим наружные поверхности, ограничивающие деталь (справа налево): цилиндрическая, кольцевая (указатель 3), опять цилиндрическая, затем коническая, опять цилиндрическая и последняя — коническая (указатель 5). С обоих торцов имеются глухие цилиндрические гнезда. Для большей ясности правого

гнезда на чертеже дан частичный вырыв. Дно обоих гнезд изображено, как и принято, коническим с углом при вершине 120°. Размеры не указаны, а это значит, что для этой детали форма и размеры дна гнезда не имеют существенного значения. Допускается исполнить их в зависимости от режущего инструмента. Отметим, что форма и размеры заборной части сверла зависят от материала детали, режимов сверления, поэтому из-под сверла может получиться совсем иная форма дна, чем условно изображаемая на чертеже.

Основной базой валика служит правая торцовая плоскость, от которой отсчитаны все линейные размеры. Размер *52* для удобства измерений проставлен от вспомогательной базы — левой торцовой плоскости.

Судя по чертежу валика, можно предположить, что линейных размеров, входящих в размерную цепь, данный валик не имеет. Проставленные конструктором на чертеже размеры являются одновременно и конструктивными, т. е. отвечающими требованиям конструкции, и технологическими — отвечающими требованиям технологического процесса изготовления детали. Технологу перерабатывать такой чертеж не потребуется. Это сократит расходы при внедрении всего изделия в серийное производство. Приведенные на рис. 91, *а* дополнительные изображения контуров заготовки и инструмента значительно повышают наглядность чертежа и облегчают уяснение проставленных размеров.

Обосновать простановку размеров в связи с технологическим процессом изготовления валика можно в данном случае очень просто:

1. Для изготовления валика, как это видно из чертежа на рис. 90, надо взять калиброванный пруток 45 *мм*.

2. После подрезания торца валик с диаметра 45 *мм* обточить до диаметра 32 *мм* на длине 150 *мм*.

3. Затем обточить на длине 90 *мм* с диаметра 32 *мм* до диаметра 20 *мм*.

4. Сверлить отверстие диаметром 8 *мм* на глубину 46 *мм* и т. д.

В процессе изготовления и приемки детали все упомянутые линейные размеры легко контролировать от основной базы — торцовой плоскости. Эти же проставленные размеры служат для установки резцов при настройке ре-

вольверного станка. Очевидно, что при обработке валика одновременно несколькими резцами перерабатывать чертеж не потребуется.

Дадим обоснование положения главного вида. С этой целью на рис. 91, *б* показан пример неправильной простановки размеров и неудачно выбранного варианта обработки того же валика. Очевидно, что при обточке цилиндра малого диаметра возникает большое осевое биение. Поэтому выдержать заданное чертежом допустимое

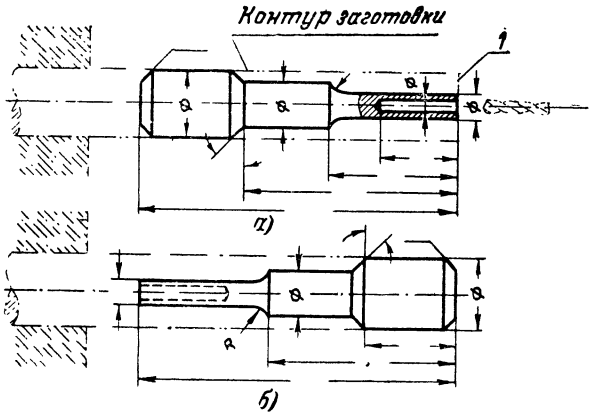


Рис. 91. Примеры правильной (*а*) и неправильной (*б*) простановки размеров

отклонение формы будет труднее. Кроме того, изображенный на фигуре валик имеет глухое отверстие только с одной стороны, поэтому обработать деталь с одного установа по второму варианту оказалось бы невозможно.

В заключение разбора чертежа отметим, что если требуется изготовить большое количество этих деталей, экономический расчет может подтвердить целесообразность их изготовления другими способами: высадкой, горячей штамповкой, литьем под давлением.

Деталь, изображенная на рис. 92, изготовляется из прутка качественной стали марки 30ХГСА, подвергается термической обработке и покрытию — цинкованию. Так как эти данные о термообработке и покрытии указаны в технических требованиях, то их следует относить ко всей

детали. Поверхности, для которых отмечен более высокий класс чистоты ▽▽▽ 9 и ▽▽ 6, являются сопрягаемыми. На это также указывают контуры пограничных деталей. Из предварительного знакомства с чертежом ясно, что деталь ответственная, испытывает большие нагрузки при работе и поэтому требует особого внимания при ее изготовлении.

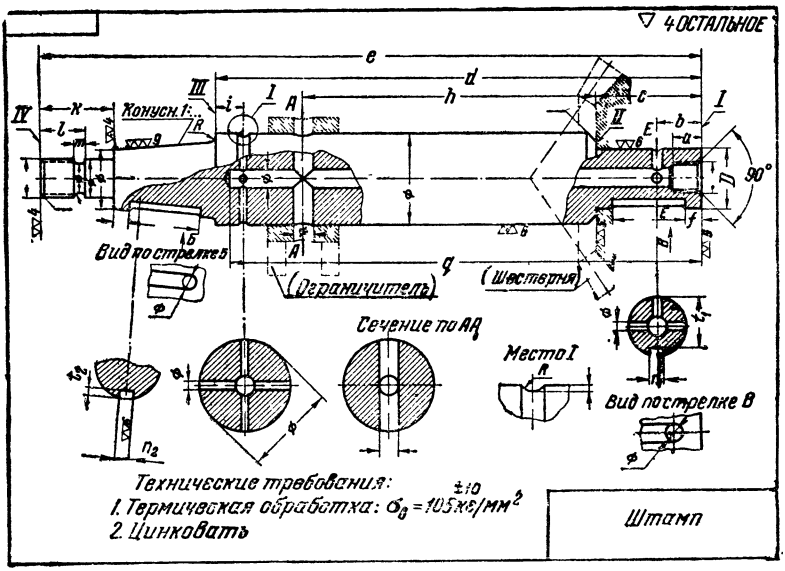


Рис. 92. Пример чертежа вала с отверстиями, шпоночными канавками и резьбой

Деталь, как и предыдущая, ограничена преимущественно поверхностями вращения, но отличается элементами, требующими не только токарной обработки (обточки, расточки), но сверления, нарезания резьбы, фрезерования. С целью выявления формы и размеров этих элементов на главном виде чертежа даны два вырыва и семь дополнительных изображений. Из них два вида по стрелкам и два сечения выявляют форму и размеры двух шпоночных канавок; три сечения указывают количество, расположение и размеры сверленых отверстий; для выявления формы и размеров кольцевой смазочной канавки дан выносной элемент в увеличенном виде.

Этот чертеж, кажущийся на первый взгляд сложным, читается легко, так как в нем виды по стрелкам расположены в строгой проекционной связи, а сечения даны на продолжении следа секущей плоскости. *Сечение по АА* за неимением места вынесено на свободное поле чертежа, однако и оно приближено к месту, где обозначена секущая плоскость. На дополнительных изображениях проставлены размеры тех элементов, которые выявляются этими изображениями. На чертеже условно (согласно стандарту) изображена резьба на стержне — с левого конца и резьба в отверстии — с правого конца.

Для уяснения размеров на этом чертеже достаточно отметить только некоторые особенности их простановки.

Конструктор, учитывая условия работы детали в конструкции и технологию ее изготовления, ввел при нанесении размеров четыре размерные базы — *I, II, III, IV*. От этих баз ориентированы соответствующие элементы вала. Так, отсчет размеров *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *q* ведется от основной базы I — правой торцовой плоскости, причем размеры *c*, *d*, *e* ориентируют вспомогательные базы от основной. Размеры *i*, *k*, *l* даны от вспомогательных баз *III* и *IV*.

Отметим, что базу *II* следует считать сборочной базой, служащей для установки ограничителя, шестерни и самого валика в узле. Поэтому от этой базы ориентировано отверстие для крепления ограничителя (размер *h*).

Для контроля размеров шпоночной канавки на цилиндрической части вала проставлены размеры n_1 и t_1. Причем размер n_1 определяет диаметр торцовой фрезы. Замер размера t_1 удобнее производить от той образующей цилиндра, которая противоположна канавке. Очевидно, что фрезеровать шпоночную канавку можно только после точного исполнения цилиндрического элемента вала по размеру.

Обратите внимание на некоторое различие в обозначении размеров шпоночной канавки на коническом элементе вала. Здесь размер n_2 также определяет диаметр фрезы, но размер n_2 необходимо замерять от образующей конуса, расположенной со стороны шпоночной канавки, а не с противоположной, так как плоскость дна параллельна образующей конуса.

Технические требования, записанные на чертеже, определяют некоторые особенности его изготовления по чертежу, а именно:

1. Для изготовления детали можно взять сырой — незакаленный пруток из стали марки 30ХГСА, а термообработку производить, как отмечалось, после изготовления валика, так как особых указаний на обратное нет (прочность на растяжение должна быть $\sigma_b = 105 \pm 10$ *кг/мм*^{2}).

2. В технических требованиях дано указание о покрытии — цинковании и, кроме того, на двух сопрягаемых поверхностях вала дополнительно даны позиции (выноски) с указанием о цинковании. Это следует понимать так: у сопрягаемых элементов, для которых покрытия указаны особо, размеры D_1 и D_2 (а они обязательно должны быть с допусками) следует точно выдержать после покрытия, т. е. эти размеры заданы на чертеже с учетом толщины слоя покрытия. Указания в технических требованиях о покрытии говорят о том, что все остальные размеры деталей даются без учета толщины слоя покрытия. Это накладывает особые условия при обработке, т. е. отдельные размеры должны быть исполнены до покрытия меньшими на величину толщины слоя покрытия.

В заключение рассмотрим примеры правильного отображения на чертежах формы круглых деталей (рис. 93). На главном виде все детали изображаются так, что их ось горизонтальна.

На рис. 93, *а* форма детали понятна по одной проекции. Все поверхности, ограничивающие эту деталь, соосны, т. е. без эксцентриситета (смещения осей). Линия пересечения показывает, что слева деталь имеет шаровую головку.

Вторая проекция на рис. 93, *б* показывает количество и расположение гнезд, а на рис. 93, *в* изображен шлиц. Внешняя форма этих деталей несложная, поэтому, несмотря на симметричность этого изображения, для выявления их внутренней формы на главном виде дан полный разрез, а не соединение половин вида и разреза.

На рис. 93, *г* показаны две проекции обоймы шарнира. Деталь простая и изображения на чертеже простые, но представить внутреннюю форму детали по чертежу значительно труднее. Для уяснения формы необходимо неоднократно сопоставить два изображения, причем правильно вычерченные линии пересечения — прямая (пересечение цилиндра с плоскостью) и дуга окружности (пересечение той же плоскости со сферой) приобретают здесь важное значение. По ним мы заключаем, что до образо-

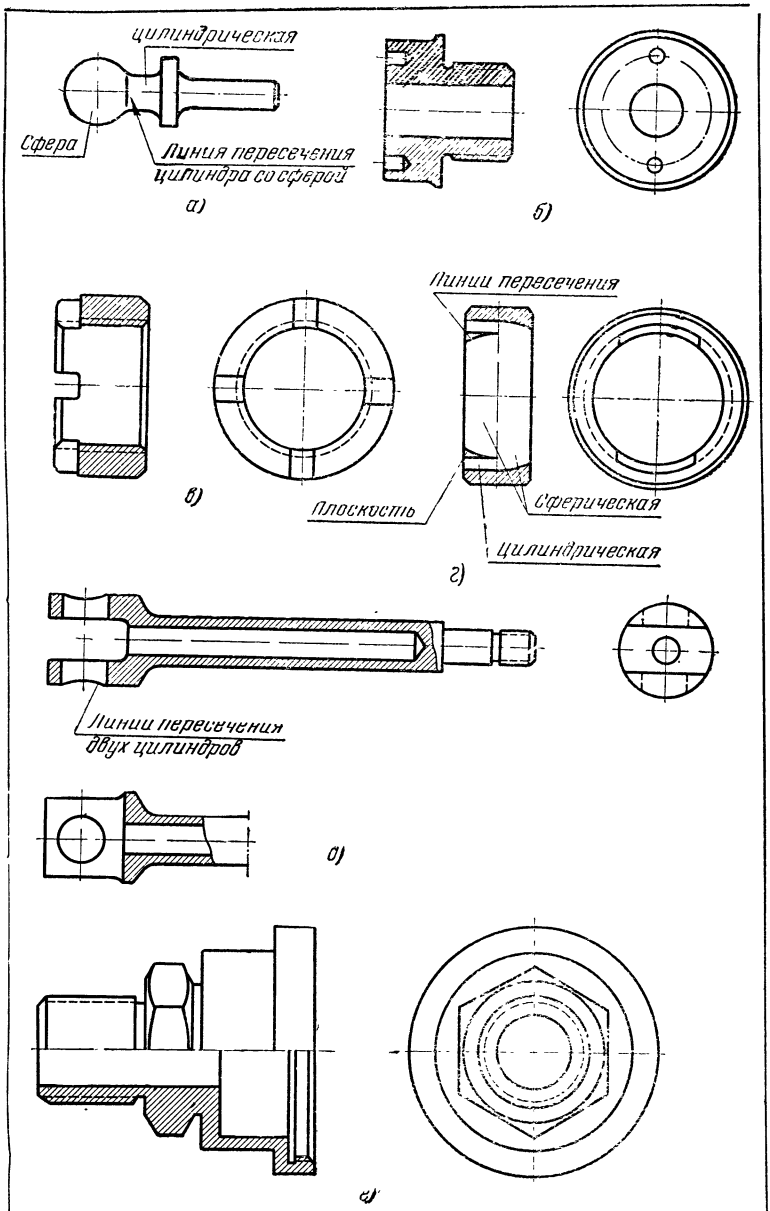


Рис. 93. Примеры правильного отображения на чертеже формы круглых деталей

вания паза в этой детали ее внутренняя поверхность была ограничена только сферой. Паз ограничен цилиндрической поверхностью и двумя плоскостями.

Изображения детали на рис. 93, *д* кажутся несколько сложнее, но читается чертеж проще. Однако и здесь при определении формы головки надо сопоставлять все три изображения и знать характер линии пересечения двух цилиндров. Вид слева и неполная горизонтальная проекция с вырывом даны только для уяснения формы головки детали, так как правая часть детали понятна по одному главному виду. Графическая работа сокращается.

Детали с отверстиями, имеющие элемент призматической формы и проектирующиеся в форме симметричной фигуры, целесообразно изображать, как показано на рис. 93, *е* (вид в соединении с разрезом). Вторая проекция — вид слева — дана для выявления основания призматического элемента.

§ 16. ЧЕРТЕЖИ ЛИТЫХ И ШТАМПОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

К этой группе относятся чертежи всевозможных объемных (неплоских) деталей, которые обычно получают путем различных видов литья, горячей штамповки и ковки. Примеры деталей этой группы наглядно показаны на рис. 94.

В индивидуальном и опытном производствах единичные образцы некоторых деталей выгоднее изготовлять путем механической обработки «кругом».

При конструировании несимметричных объемных деталей желательно, чтобы большинство элементов было ограничено поверхностями вращения, что значительно упрощает изготовление оснастки (штампов, форм и т. д.).

При чтении чертежей детали этой группы важно:

1) правильно найти главный вид и по нему сразу получить общее представление о детали, затем по дополнительным изображениям уяснить все элементы детали, не выясненные из главного вида;

2) знать правила распределения размеров на чертеже, облегчающие чтение чертежей, особенно сложных;

3) определить наиболее ответственные элементы детали, сопрягаемые и привалочные поверхности;

4) правильно установить основные и вспомогательные размерные базы.

5) уметь найти исполнительные размеры для всех элементов детали; найти относительные размеры, определяющие положение элементов детали относительно размерных баз, а также взаимное их расположение.

Типовые чертежи деталей из этой группы мы уже подробно рассмотрели. Так, в § 1 были показаны образцовый чертеж крышки подшипника и другие элементы, затем форму этой крышки мы уяснили из последующих параграфов. Остановимся подробнее на обосновании простановки размеров.

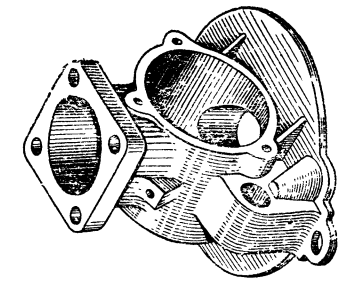
Основной базой крышки подшипника (см. рис. 47) служит привалочная плоскость, однако для отсчета контролируемых размеров введена вспомогательная база, от которой отсчитан размер *35*. Размер *24* отсчитан от верхней плоскости, хотя эта плоскость не обработана. Кроме того, базами для этой детали являются плоскости симметрии. Буквами *А*, *Б*, *В* на чертеже отмечены производственные базы для обеспечения взаимозаменяемости деталей. Например, базы *А* и *Б* служат для установки детали в приспособление, которое позволит обеспечить параллельность осей отверстий и их симметричное расположение.

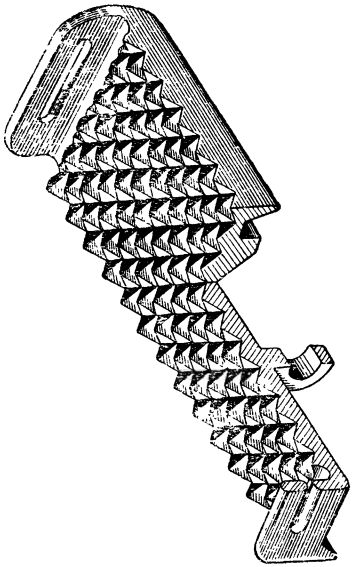
Величины ∅ *116* и ∅ *125* цилиндрических поверхностей нельзя заменять величинами их радиусов, так как крышку подшипника и его корпус растачивают совместно. Если бы не было эксцентриситета (размер *4*), то размеры ∅ *116* и ∅ *125* правильнее было бы проставить на профильной проекции. Эксцентриситет обусловлен наличием прокладки между привалочной плоскостью крышки и соответствующей плоскостью корпуса подшипника.

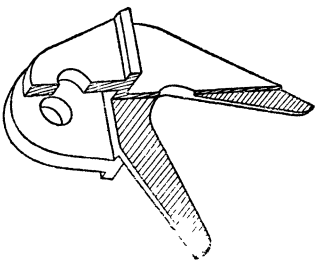
Штрихпунктирными линиями показан контур фрезы для того, чтобы наглядно обосновать простановку размера ∅ *68* (а не величины радиуса).

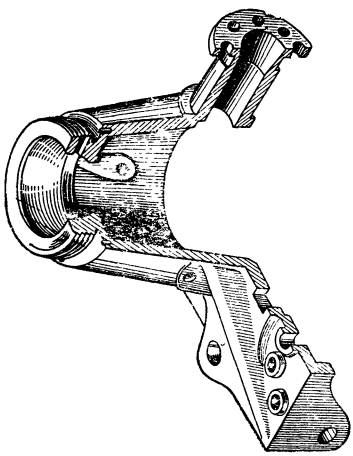
Применение всех правил чтения изображений на чертежах (§ 4), размеров и обозначений (§ 5) было дано наглядно и с подробными пояснениями также на примере литой детали — корпуса прибора (см. рис. 37). Эти два ранее рассмотренных чертежа являются наиболее типичными для литых деталей средней сложности.

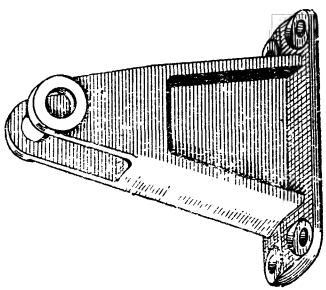
При рассмотрении требований производства к чертежам был показан чертеж корпуса гидрозажима, выполненный конструктором графически излишне экономно (см. рис. 74). Кроме того, некоторые отступления от установ-











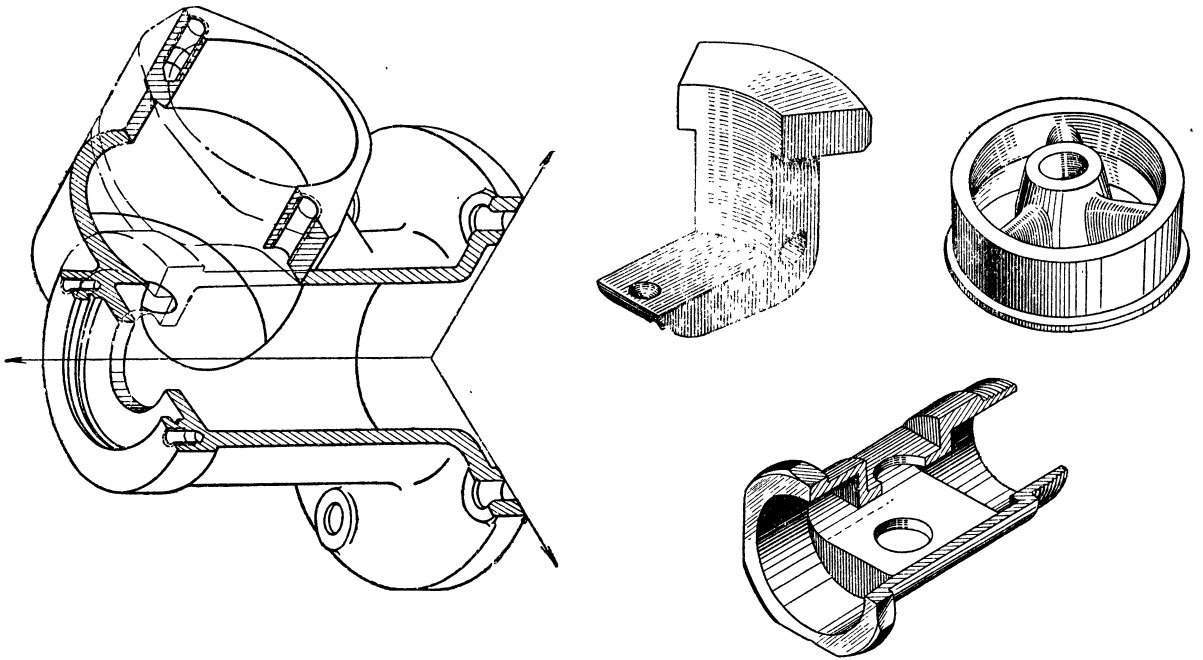


Рис. 94. Рисунки литых и штампованных деталей

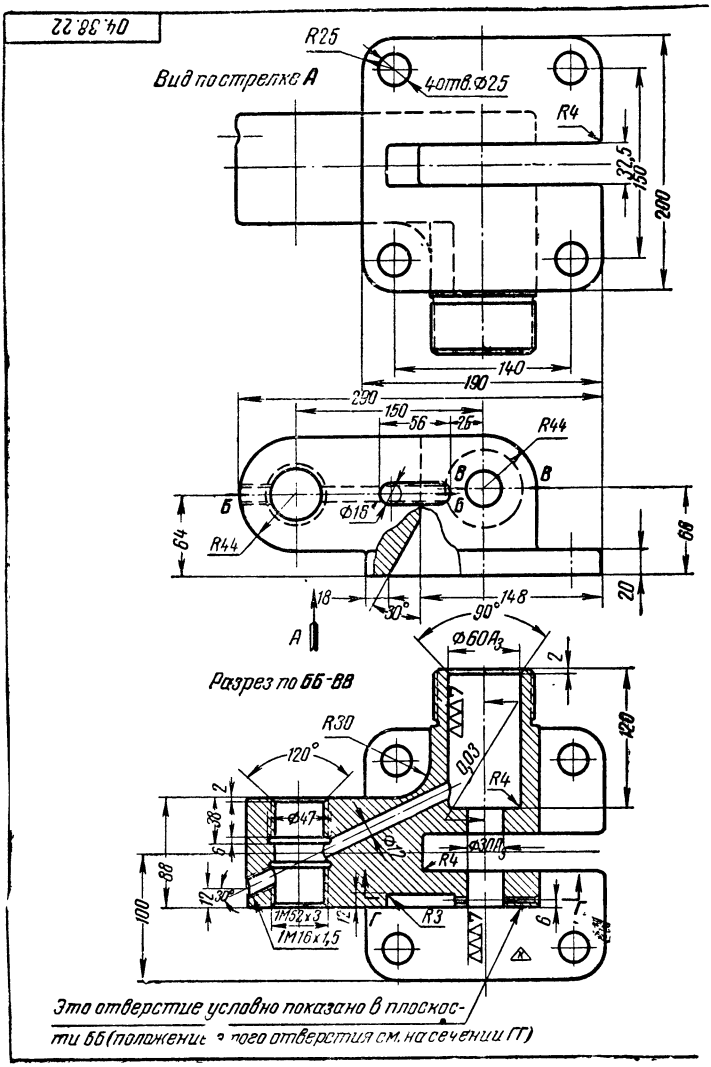
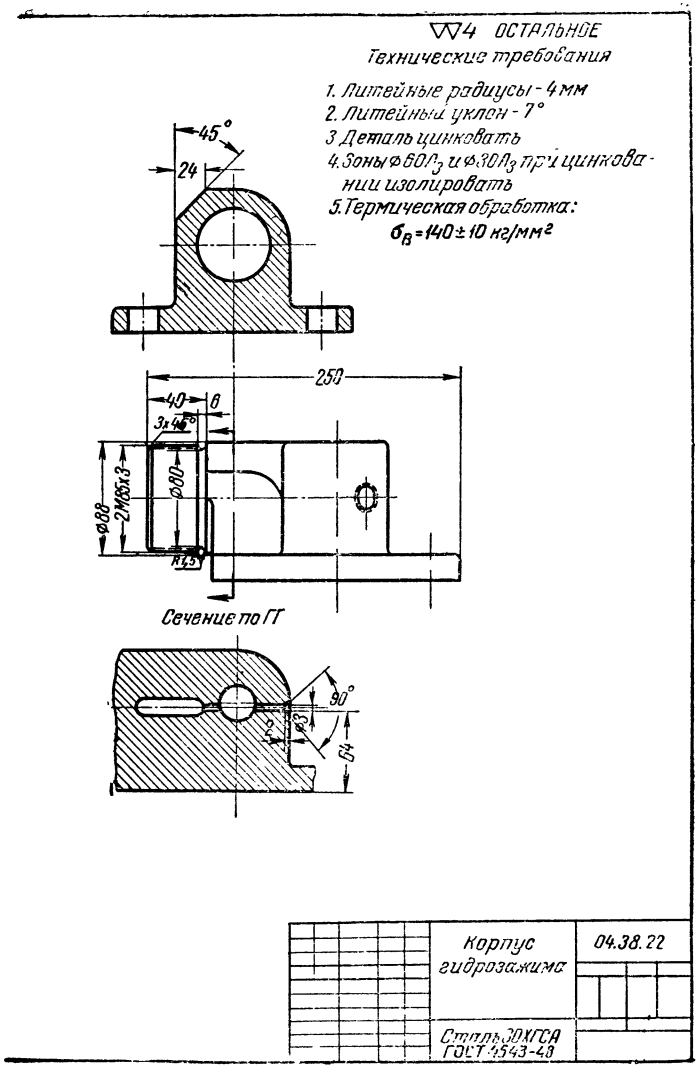


Рис. 95. Примерный чертеж



корпуса гидрозажима

ленных стандартом правил и неполнота отображений формы элементов детали усложнили чтение чертежа. На рис. 95 показан чертеж той же детали, в котором устранены отмеченные недочеты. Потребовались дополнительные изображения. Предлагаем читателю обосновать необходимость каждого изображения на этом чертеже путем сопоставления двух чертежей одной и той же детали.

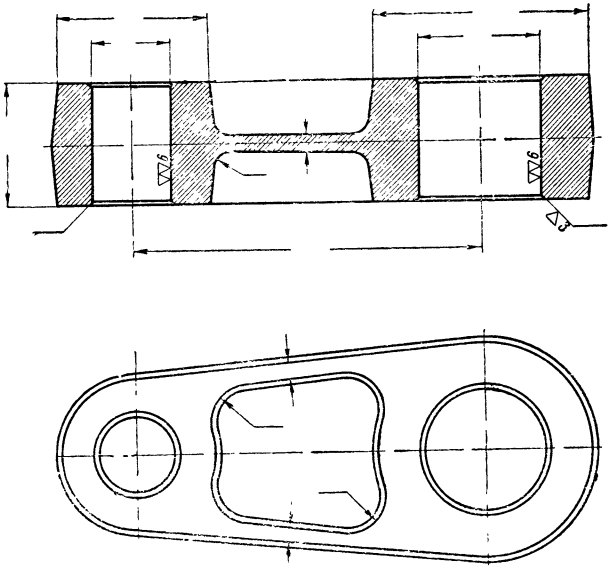


Рис. 96. Пример штампованной детали

На рис. 96 показан чертеж штампованной детали. На главном виде плоскость, проходящая через ось симметрии, определяет положение разъема. Двойные линии по контуру на горизонтальной проекции показывают наличие уклона. На чертежах штамповочный уклон изображают только на проекции с поперечным разрезом и на сечении, кроме того, делают соответствующую надпись в технических требованиях. На горизонтальной проекции контур детали изображают одной линией. На этом чертеже для большей ясности простановки размеров (толщины ребер) необходимо добавить вынесенное сечение.

На рис. 97 показан чертеж кронштейна, полученный методом литья из алюминиевого сплава АЛ4. Деталь можно получить и штамповкой. На фланце торцовой фрезой, показанной на чертеже условными линиями, выравни-

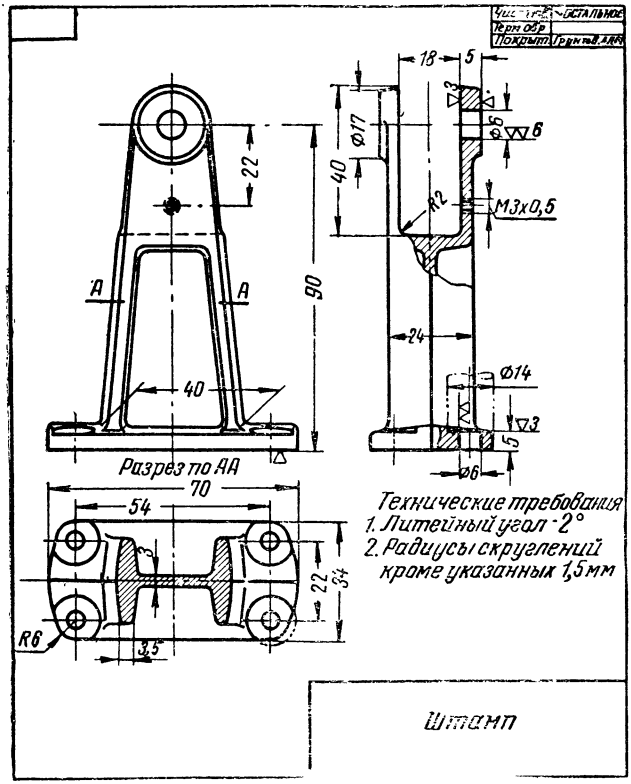


Рис. 97. Чертеж кронштейна — пример литой детали

вается площадка под головку болта или гайки. Чтение формы и размеров этой детали после рассмотренных примеров не представляет затруднений.

§ 17. ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ С ЭЛЕМЕНТАМИ, ИЗОБРАЖАЕМЫМИ УСЛОВНО

К этой группе относятся чертежи деталей — зубчатых колес, пружин, деталей с резьбой, накаткой, т. е. с элементами, точное изображение которых связано с трудоем-

кими и сложными графическими работами. Поэтому стандартом установлено условно-упрощенное изображение этих элементов.

Заготовки для деталей с резьбой, зубьями, шлицами, накаткой обычно представляют тела вращения, которые можно получить теми же способами, что и детали четвертой группы, рассмотренные в § 15. Таким образом, эти детали отличаются только наличием элементов, изображаемых условно.

Иногда встречаются некруглые зубчатые колеса, которые можно обработать на обычных зубодолбежных станках с применением специальных приспособлений.

При чтении чертежей деталей этой группы важно:

1) видеть за условным изображением конкретный элемент детали;

2) уяснить все параметры, с помощью которых задаются все элементы, изображаемые условно;

3) уяснить все технические указания на чертежах, которые отличаются от обычных;

4) уяснить, какие величины элементов, изображаемых условно, надо контролировать и как.

По параметрам m и Z, заданным на чертеже, выбирается соответствующий режущий инструмент, который в процессе изготовления деталей и определяет форму соответствующих элементов: зубьев, накатки, резьбы, шлиц.

На рис. 26 показаны рисунки деталей с элементами, изображаемыми условно, их натуральное и конструктивное изображение.

Среди деталей, изображаемых условно, большую группу составляют:

1) детали различных зубчатых передач — зубчатых круглых и некруглых колес, широко применяемые в конструкциях машин для передачи движения с одного вала на другой, и др.;

2) различные пружины, применяемые для приведения в движение деталей, регулирования, фиксирования прижима с целью амортизации и т. п.;

3) детали с резьбой, служащей, например, для разъемного соединения деталей, преобразования вращательного движения в поступательное (ходовые винты);

4) детали с накаткой, применяемые в приборостроении в качестве арматуры армированных изделий, кнопоч-

ных устройств, быстросъемных, разъемных соединений и т. п.

Рассмотрим чтение чертежей типовых деталей из этих групп.

Чертежи цилиндрических и конических зубчатых колес и чертежи зубчатых реек

Чтобы грамотно читать и составлять эскизы цилиндрических и конических зубчатых колес, надо хорошо знать основные элементы и параметры зубчатых зацеплений и условности, принятые для изображения деталей различных зубчатых передач.

Понятие о начальной окружности легко и быстро усваивается при сравнении колес (катков) фрикционной передачи с зубчатыми колесами зубчатой передачи.

На рис. 98 помещены наглядные изображения, сравнивая которые, мы получаем представление также о схеме образования зубчатых зацеплений. Из сравнения видно, что при замене катков фрикционной передачи зубчатыми колесами, у которых диаметры начальных окружностей будут соответственно равны диаметрам катков, передаточное отношение и числа оборотов останутся прежними (пренебрегая проскальзыванием катков во время работы).

На рис. 99 приведены основные соотношения между размерами, общие, а также специальные для цилиндрических и конических колес, причем все величины, входящие в формулы, показаны наглядно.

Правила условного изображения цилиндрических и конических зубчатых зацеплений даны на рис. 29 с необходимыми пояснительными надписями, которые помогут лучше уяснить элементы зубчатого зацепления (зазоры и т. д.), а также избежать часто встречающихся ошибок при чтении изображений зубчатых зацеплений на сборочных чертежах.

Отметим, что профилирование зуба выполняется стандартным режущим инструментом, поэтому сложные построения профиля для рабочих чертежей деталей не применяются, размеры профиля зуба не указываются, а даются только основные параметры зубчатого зацепления — модуль m и число зубьев Z.

Зная модуль и число зубьев, рабочий пользуется соответствующим режущим инструментом. Число зубьев не-

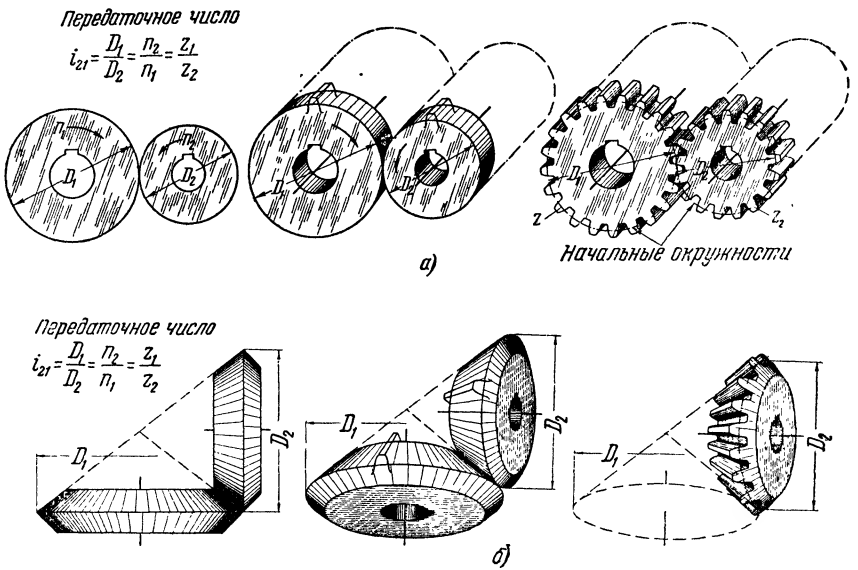
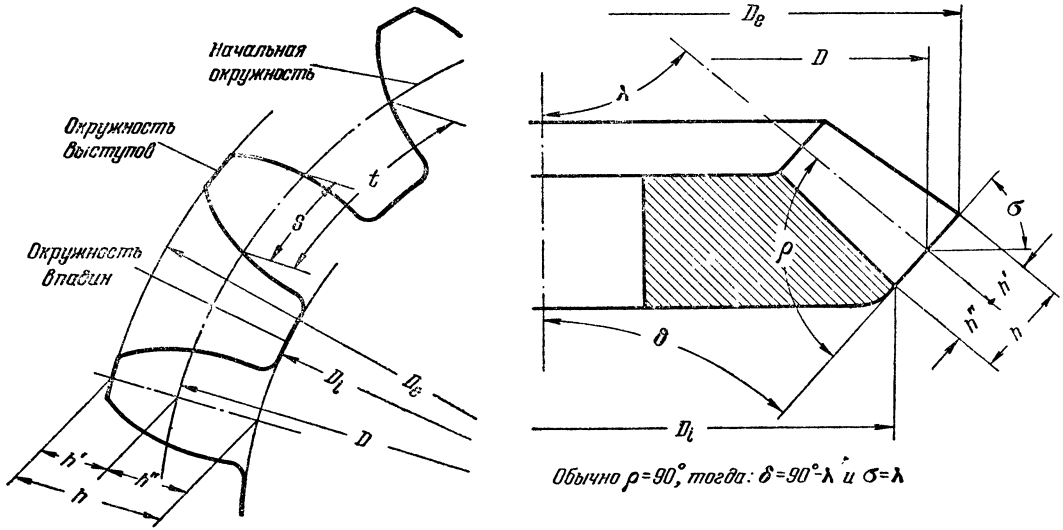


Рис. 98. Схема, показывающая образование зубчатых колес:
а — цилиндрических; *б* — конических



Основные соотношения между размерами

а) Общие (для цилиндрических и конических колес):

$D\cdot\pi = t\cdot z \quad D=\frac{t}{\pi}\cdot z \quad m=\frac{t}{\pi}$

$\boxed{D=m\cdot z}$

$h'=m;\ h''=1{,}2m \quad h=h'+h''=2{,}2m$

$t=m\cdot\pi \quad S=\frac{t}{2}$

б) Для цилиндрических:

$D_e=D+2h'=mz+2m=m(z+2)$

$\boxed{m=\frac{D_e}{z+2}}$

$C=O_1O_2=\frac{D_1+D_2}{2}=m\frac{z_1+z_2}{2}$ (C-расстояние между центрами колес)

в) Для конических:

$D_e=D+2h'\cdot\cos\lambda=m\cdot z+2m\cdot\cos\lambda=m(z+2\cos\lambda)$

$\boxed{m=\frac{D_e}{z+2\cos\lambda}}$

$\beta=\lambda+\gamma;\ tg\gamma=\frac{2\sin\lambda}{z}$

Рис. 99. Схема, показывающая основные соотношения и параметры зубчатых колес

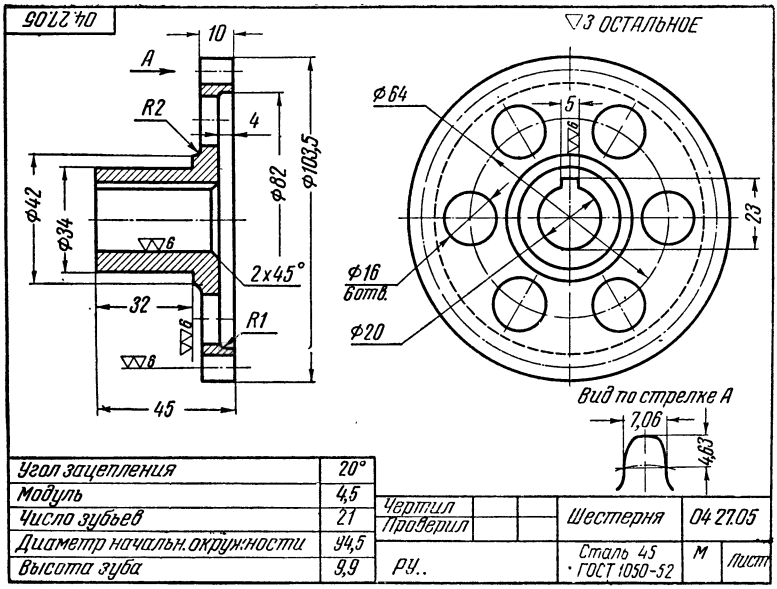


Рис. 100. Рабочий чертеж цилиндрического зубчатого колеса

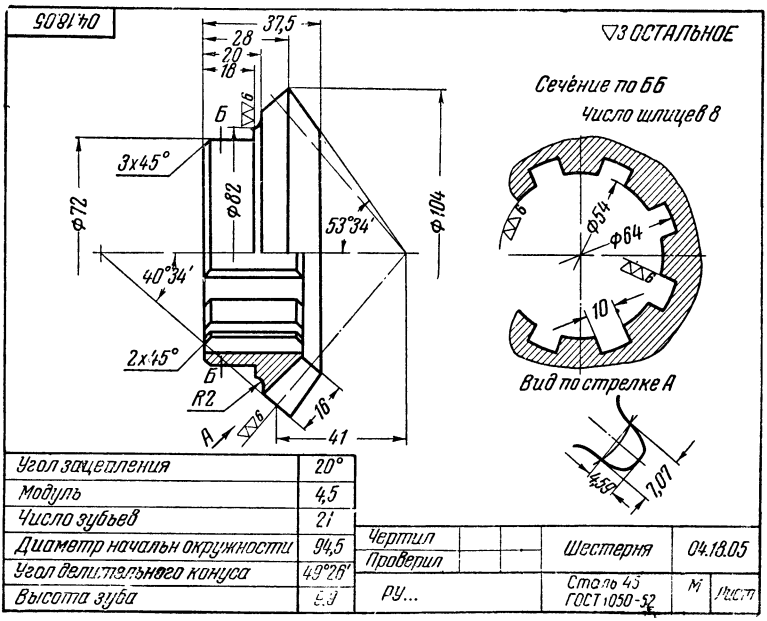


Рис. 101. Рабочий чертеж конического зубчатого колеса

обходимо знать также и для настройки делительной головки или делительного устройства станка. На рис. 100 и 101 приведены эскизы типового цилиндрического и конического зубчатых колес с прямым зубом обычной нормальной высоты. На этом типе колес, наиболее простых в изготовлении и широко распространенных в машиностроении, легче усвоить основные соотношения, параметры и расчеты, предшествующие составлению эскизов.

Расчет, предшествующий составлению цилиндрического зубчатого колеса (см. рис. 99 и 100)

$$1.\ m = \frac{D_e}{Z+2};\ D_e = 103{,}5 \text{ (измеряем)},$$

$$Z = 21 \text{ (подсчитываем)};$$

$$m = \frac{103{,}5}{21+2} = 4{,}5.$$

$$2.\ D = m \cdot Z = 4{,}5 \times 21 = 94{,}5.$$

$$3.\ h' = m = 4{,}5;$$

$$h'' = 1{,}2\ m = 1{,}2 \times 4{,}5 = 5{,}4;$$

$$h = h' + h'' = 4{,}5 + 5{,}4 = 9{,}9.$$

m и Z необходимы для выбора соответствующего режущего инструмента и настройки станка.

Расчет, предшествующий составлению конического зубчатого колеса (см. рис. 99 и 101)

$$1.\ m = \frac{D_e}{Z + 2\cos\lambda};\ D_e = 100{,}4 \text{ (измеряем)},$$

$$Z = 21 \text{ (подсчитываем)},$$

$$\lambda = 49^\circ\ 26' \text{ (измеряем}^1\text{)},$$

$$\cos 49^\circ\ 26' = 0{,}65 \text{ (находим по соответствующей таблице)};$$

$$m = \frac{100.4}{21 + 2 \times 0{,}65} = 4{,}5.$$

---

[1] Если угол между осями валов 90° и известно число зубьев второго колеса (находящегося в зацеплении с первым), можем спределить угол λ:

$$tg\,\lambda = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{21}{18} = 1{,}168;$$

λ и $\cos\lambda$ находим по соответствующей таблице.

2. $D = m \cdot Z = 4{,}5 \times 21 = 94{,}5$.

3. Угол конуса заготовки β (проставляется на главном виде) легко определить через угол $\gamma = \beta - \lambda$:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{2 \sin \lambda}{Z} = \frac{2 \times 0{,}759}{21} = 0{,}072; \ \gamma = 4^\circ\ 8';$$

$$\beta = \lambda + \gamma = 49^\circ 26' + 4^\circ\ 8' = 53^\circ 34'.$$

Приведенные расчеты основных элементов зубчатых колес выполнены в таком виде, который помогает легче их усвоить. Причем все исходные данные для расчета можно получить наиболее доступными способами — измерительными инструментами и простыми вычислениями.

Для твердого усвоения чтения чертежей зубчатых колес рекомендуется выполнить эскизы цилиндрического и конического зубчатого колеса по приведенным образцам чертежа. Расчет, предшествующий составлению эскиза, выполняют в том же последовательном порядке. Для эскизирования всегда нетрудно подобрать зубчатые колеса примерно такого же типа, т. е. с нормальной высотой зуба (можете брать и с поломанными зубьями). Ряд модулей, установленных стандартом, приведен в табл. 9 [1].

Таблица 9

Стандартные модули по ОСТ 1597

Величина в *мм*	Характер изменения
От 0,3 до 0,8	Изменяется через 0,1 *мм*
» 1 » 2,5	» » 0,25 »
» 2,5 » 7	» » 0,5 »
» 7 » 12	» » 1,0 »
» 12 » 30	» » 2,0 »
» 30 » 45	» » 3,0 »
» 45—50—55 и т. д.	» » 5,0 »

Примечание. Допускаются, но не рекомендуются модули: 2,75; 3,25; 3,75; 4,25.

[1] В странах, где принята дюймовая система измерения, стандартизована не величина $m = \frac{t}{\pi}$, а обратная ей величина, выраженная в дюймах. Эта величина, называемая *питчем,* обозначается буквой P. Между модулем и питчем существует соотношение $m \cdot P = 25{,}4$ *мм* (т. е. 1″).

При чтении чертежей конических зубчатых колес важно помнить, что величина модуля является переменной по длине зуба.

Особенности чтения других типов зубчатых колес станут ясными из примеров некоторых типовых рабочих чертежей и особенностей замера тех контролируемых величин, которые присущи этим типам зубчатых колес.

На рис. 100 и 101 показаны контролируемые обычным зубомером величины зуба (см. *«Вид по стрелке А»*).

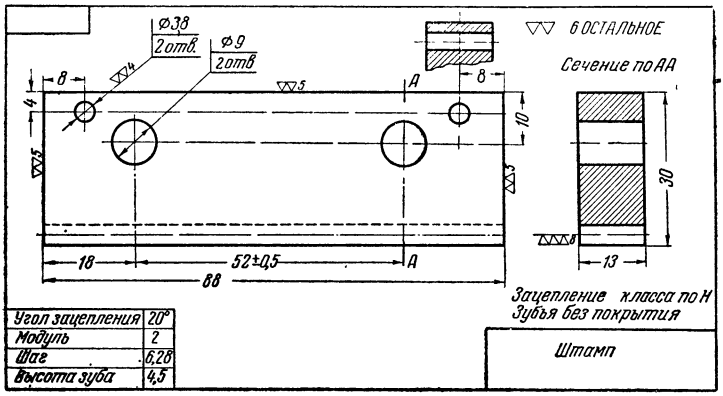


Рис. 102. Рабочий чертеж рейки зубчатой передачи

Размеры толщины и высоты головки зуба по зубомеру легко определить, зная модуль и число зубьев и пользуясь соответствующими таблицами и несложными вычислениями (табл. 10). Эти размеры проставляются обычно на производственных чертежах. На рис. 102 показан типовой чертеж рейки зубчатой передачи.

Указания к табл. 10. Размеры толщины зуба и высоты головки зуба по зубомеру:

q — высота зуба (по зубомеру);
s — толщина зуба (по зубомеру).

Примечание. s является хордой дуги радиуса r_o — основной окружности (см. рис. *а* в табл. 10).

$$r_o = \frac{D_{н.о}}{2} \cos \alpha ,$$

где $D_{н.о}$ — диаметр начальной (делительной) окружности;
α — угол зацепления передачи; стандартным углом считается $\alpha = 20°$.

Размеры толщины зуба и высоты

z	m=1,0		m=2,0		m=3,0		m=0,4	
	q	s	q	s	q	s	q	s
10	1,06	1,56	2,12	3,13	3,18	4,69	4,25	6.26
11	1,06	1,57	2 11	3,13	3,17	4,70	4,22	6,26
12	1,05	1,57	2,10	3,13	3,15	4,70	4,21	6,27
13	1 05	1,57	2,09	3,13	3,14	4,70	4,19	6,27
14	1,04	1,57	2.09	3 14	3,13	4,70	4,18	6,27
15	1,04	1,57	2,08	3,14	3,12	4,70	4,16	6,27
16	1,04	1,57	2,08	3,14	3,12	4 70	4,15	6,27
17	1,04	1,57	2.07	3,14	3,11	4,71	4,14	6,27
18	1,03	1,57	2,07	3,14	3,10	4,71	4,14	6,28
19	1,03	1,57	2,06	3,14	3,10	4,71	4,13	6,28
20	1,03	1,57	2,06	3,14	3,09	4,71	4.12	6,28
21	1,03	1,57	2.06	3.14	3,09	4,71	4,12	6,28
22	1,03	1,57	2,06	3,14	3,08	4,71	4,11	6,28
23	1,03	1,57	2,05	3,14	3.08	4,71	4,11	6,28
24	1,03	1 57	2,05	3,14	3,08	4.71	4,10	6,28
25	1,02	1,57	2,05	3,14	3.07	4.71	4,10	6,28
Рейка	1,00	1,57	2,00	3,14	3,00	4,71	4,00	6,28

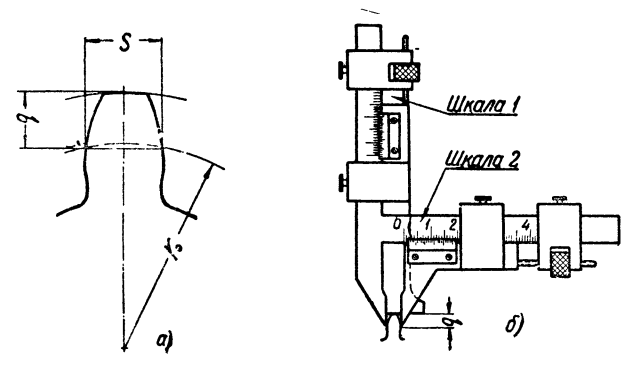
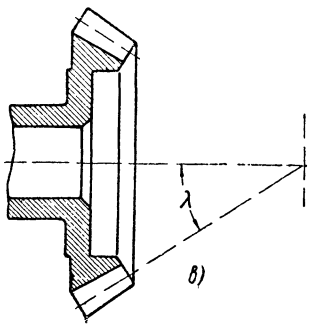
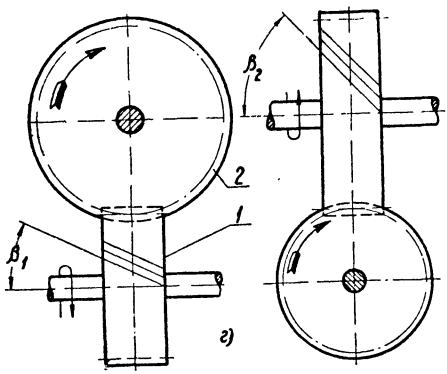


Таблица 10

головки зуба по зубомеру

$m=5{,}0$		$m=6{,}0$		$m=7{,}0$		$m=8{,}0$	
q	s	q	s	q	s	q	s
5,31	7,82	6,37	9,39	7,43	10,95	8,49	12,51
5,28	7,83	6,34	9,39	7,39	10,96	8,45	12,52
5,26	7,83	6,31	9,40	7,36	10,96	8,41	12,53
5,24	7,83	6,28	9,40	7,33	10,97	8,38	12,54
5,22	7,84	6,26	9,41	7,31	10,97	8,35	12,54
5,21	7,84	6,25	9,41	7,29	10,98	8,33	12,54
5,19	7,84	6,23	9,41	7,27	10,98	8,31	12,55
5,18	7,84	6,22	9,41	7,25	10,98	8,29	12,55
5,17	7,84	6,21	9,41	7,24	10,98	8,27	12,55
5,16	7,85	6,19	9,41	7,23	10,98	8,26	12,55
5,15	7,85	6,18	9,42	7,22	10,98	8,25	12,55
5,15	7,85	6,18	9,42	7,21	10,99	8,23	12,55
5,14	7,85	6,17	9,42	7,20	10,99	8,22	12,56
5,13	7,85	6,16	9,42	7,19	10,99	8,21	12,56
5,13	7,85	6,15	9,42	7,18	10,99	8,21	12,56
5,12	7,85	6,15	9,42	7,17	10,99	8,20	12,56
5,00	7,85	6,00	9,42	7,00	11,00	8,00	12,57





Размеры s и q нужны для контроля зуба шестерни по модулю и профилю.

Размер s контролируют простым мерительным инструментом — зубомером, который устанавливают на размер q по шкале *1*, а размер s проверяют по шкале *2* (см. рис. *б* в табл. 10).

Приведенная таблица содержит числовые значения толщины зуба и высоты головки зуба по зубомеру для цилиндрических и конических шестерен с обычным (эвольвентным, некоррегированным) профилем зуба.

Таблица является сокращенной, так как охватывает стандартные модули от 1 до 8 и числа зубьев от 10 до 25 и рейку.

Для конической шестерни значения s и q берут из этой же таблицы для соответствующего ей модуля и теоретического числа зубьев z_T, который предварительно подсчитывают по формуле:

$$z_T = \frac{Z}{\cos \lambda},$$

где z — число зубьев конической шестерни, λ — угол начального конуса (см. рис. *в* в табл. 10).

Таблица действительна и для цилиндрических косозубых шестерен.

Чтобы определить для них значения s и q, необходимо также предварительно подсчитать теоретическое число зубьев по формуле:

$$z_T = \frac{Z}{\cos^3 \beta_n},$$

где z — число зубьев цилиндрической косозубой шестерни;

β_n — угол наклона зубьев шестерни (см. рис. *г* в табл. 10), т. е.

β_1 — для 1-й шестерни, β_2 — для 2-й шестерни, причем β_1 и β_2 связаны зависимостью:

$$\beta_1 = 90° - \beta_2.$$

Чертежи червячных зубчатых колес

Чертеж червячной шестерни со стандартным модулем показан на рис. 103.

В таблице указаны следующие параметры, определяющие зубчатое зацепление и необходимые для настройки станка и выбора режущего инструмента:

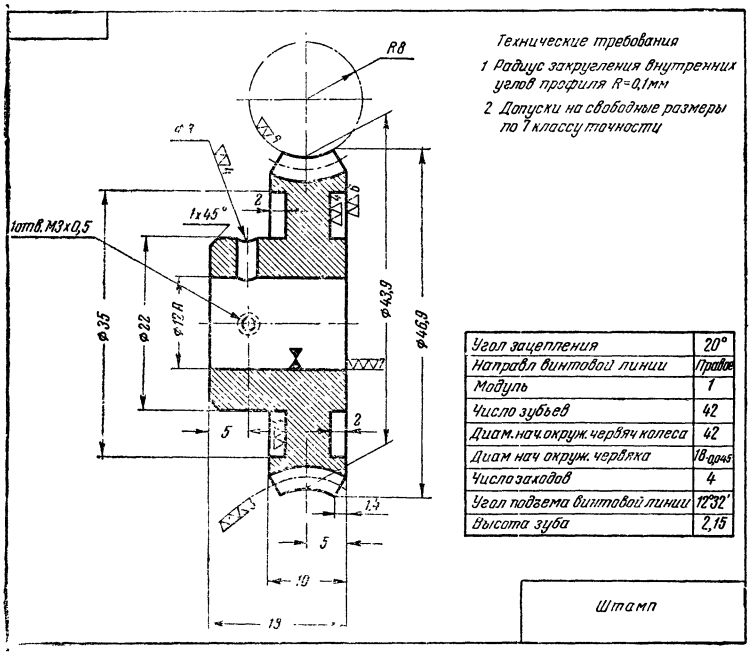


Рис. 103. Рабочий чертеж шестерни червячной передачи

1) угол зацепления (α) для нормальных зубчатых зацеплений установлен стандартом и равен 20°;

2) направление зубьев (правое, левое) важно знать для определения вращения шпинделя (ошибки приведут к неисправимому браку);

3) модуль (m);

4) число зубьев (Z);

5) диаметр начальной окружности червячного колеса (D_t);

6) диаметр начальной окружности червяка (d_t);

7) число заходов червяка (κ);

8) угол подъема винтовой линии червяка (ω) — показывает, что зубья косые;

9) высота зуба (h).

Остальные исполнительные рабочие размеры указаны на самом изображении, и чтение их не представляет затруднений.

Выступы зубьев, как видно из этого чертежа, расположены не на цилиндрической поверхности, а на кольцевой (торцовой).

Эту поверхность легко представить, если окружность *R8* вращать вокруг оси колеса. Таким образом, кольцевой элемент заготовки можно получить, например, на простом токарном станке, обтачивая фасонным резцом, заточенным по радиусу *R8* до соответствующего диаметра. Прочитать форму и размеры других элементов этой детали легко, так, например, видно, что ширина зуба 10, диаметр заготовки $\approx \varnothing$ 47.

Чертеж червяка

Типовой чертеж червяка передачи, имеющий стандартный модуль, показан на рис. 104. Этот червяк находится в зацеплении с рассмотренной на рис. 103 червячной шестерней.

На чертеже указаны следующие размеры: угол зацепления (α); направление винтовой линии (правое, левое); модуль (m); число заходов (κ); диаметр начальной окружности (d_t); угол подъема винтовой линии (ω); высота зуба (h); остальные размеры указывают на самих изображениях.

Технологический процесс обработки червяка ничем по существу не отличается от процесса обработки винта со специальной резьбой, имеющей нестандартный профиль. Чертеж червяка, как и чертеж винта со специальной резьбой, содержит изображения профиля со всеми необходимыми размерами. Это изображение выполняют отдельно (на свободном месте чертежа) или в виде вырыва на главном виде чертежа, если проставленные размеры будут отчетливо читаться.

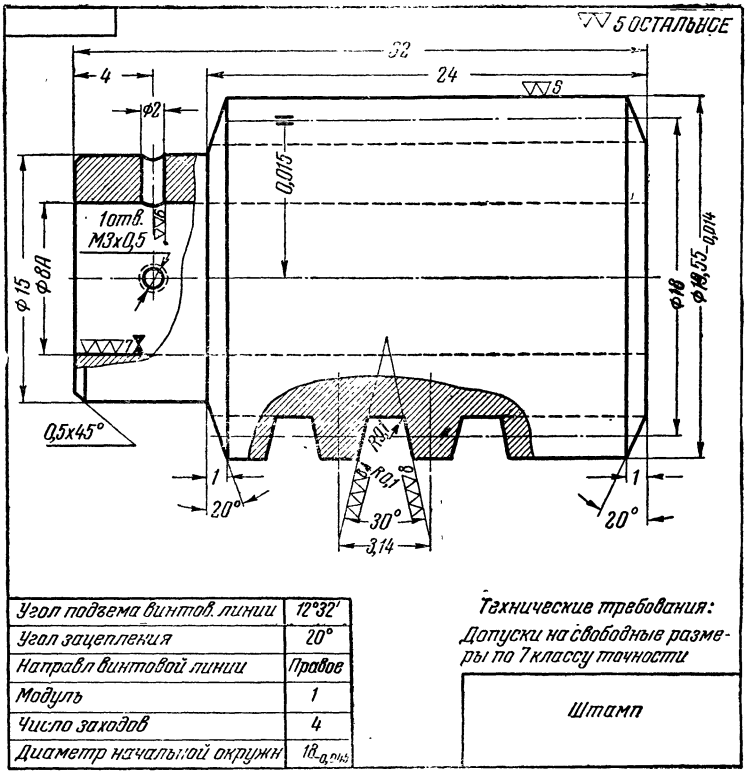


Рис. 104. Рабочий чертеж червяка

Чертежи зубчатых колес, храповых устройств и цепных передач

Типовой чертеж зубчатого колеса храпового устройства показан на рис. 105. Профиль зуба обеспечен размерами полностью. При необходимости вычерчивают два-три зуба в увеличенном масштабе отдельно, тогда рабочих размеров для профиля зуба на основных проекциях не дают.

На рис. 106 показан пример чертежа звездочки для цепной передачи с торцовыми шлицами, рядом помещен ее рисунок.

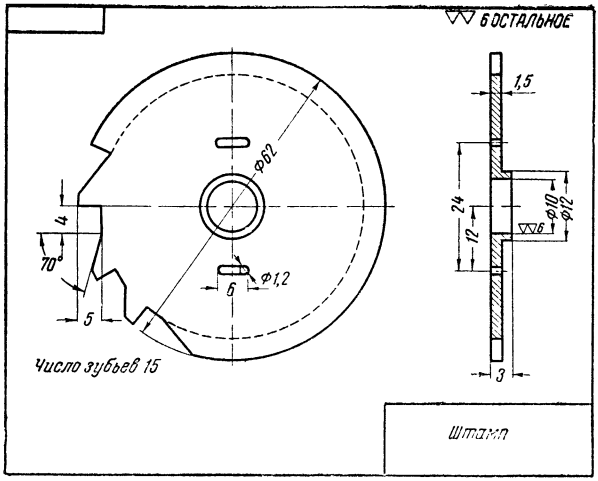


Рис. 105. Рабочий чертеж зубчатого колеса храпового устройства

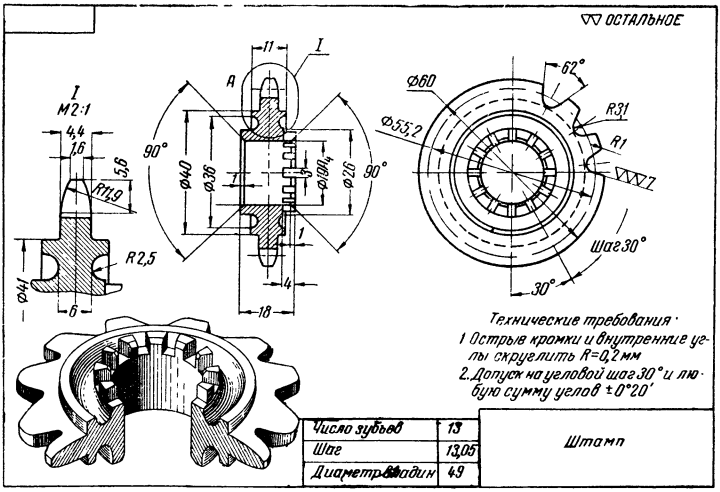


Рис. 106. Рабочий чертеж звездочки для цепной передачи и рисунок звездочки

На рис. 107 показана шестерня с торцовыми зубьями. Профиль торцовых зубьев выявлен с помощью сечения, высота зуба переменная, поэтому на сечении показана величина угла. Обратите внимание на особый знак, указы-

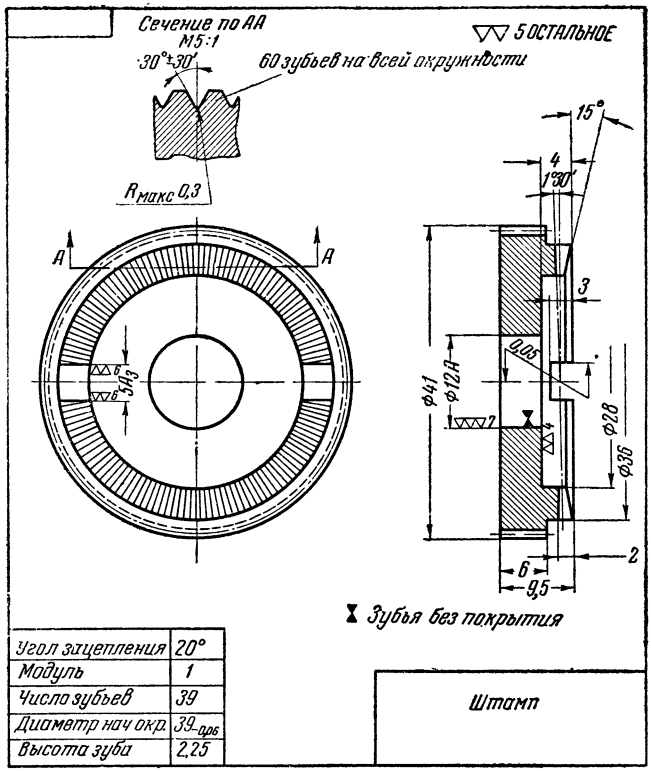


Рис. 107. Рабочий чертеж шестерни с торцовыми зубьями

вающий, что данная поверхность детали (отмеченная этим знаком изоляции) без покрытия.

Чертежи цилиндрических пружин, работающих на растяжение или сжатие

На рабочих чертежах пружин применяют условные изображения, заключающиеся в том, что проекции винтовых линий заменяют прямыми. Подробно об условных

изображениях пружин было рассмотрено в § 4. Типовые чертежи цилиндрических винтовых пружин показаны на рис. 108 (пружина, работающая на сжатие) и на рис. 109 (пружина, работающая на растяжение).

Прочитать размеры, проставленные на изображениях пружины, не представляет затруднения: указаны внутренний диаметр пружины — он обусловливает размеры стержня, на котором производится навивка, — длина и шаг в свободном состоянии, а также размеры для заготовок пружин.

Цилиндрические пружины из материала круглого сечения имеют технические указания в виде записей или таблицы на чертеже:

а) для пружин, работающих на сжатие:

1) навивка пружин (указывается только при левой навивке);
2) число рабочих витков $n = ...$;
3) число витков полное (с допуском) $n_1 = ...$;
4) диаметр контрольного стержня $D_c = ...$ *мм*;
5) диаметр контрольной гильзы $D_г = ...$ *мм*;
6) термообработка;
7) покрытие;
8) технические условия на изготовление, испытания и приемку пружины;
9) длина развернутой проволоки $L = ...$ *мм*;

б) для пружин, работающих на растяжение:

1) навивка пружины; ... (левая);
2) число рабочих витков $n = ...$;
3) диаметр контрольной гильзы $D_г = ...$ *мм*;
4) термообработка;
5) покрытие;
6) технические условия на изготовление, испытания и приемку пружины;
7) длина развернутой проволоки $L = ...$ *мм*.

Диаметры контрольного стержня и гильзы, а также технические условия на изготовление, испытания и приемку пружины на некоторых чертежах (опытных) заменяют ссылкой на соответствующий номер внутризаводской нормали. В рабочем чертеже пружины сжатия указывают требования к срезу крайних витков графически — с по-

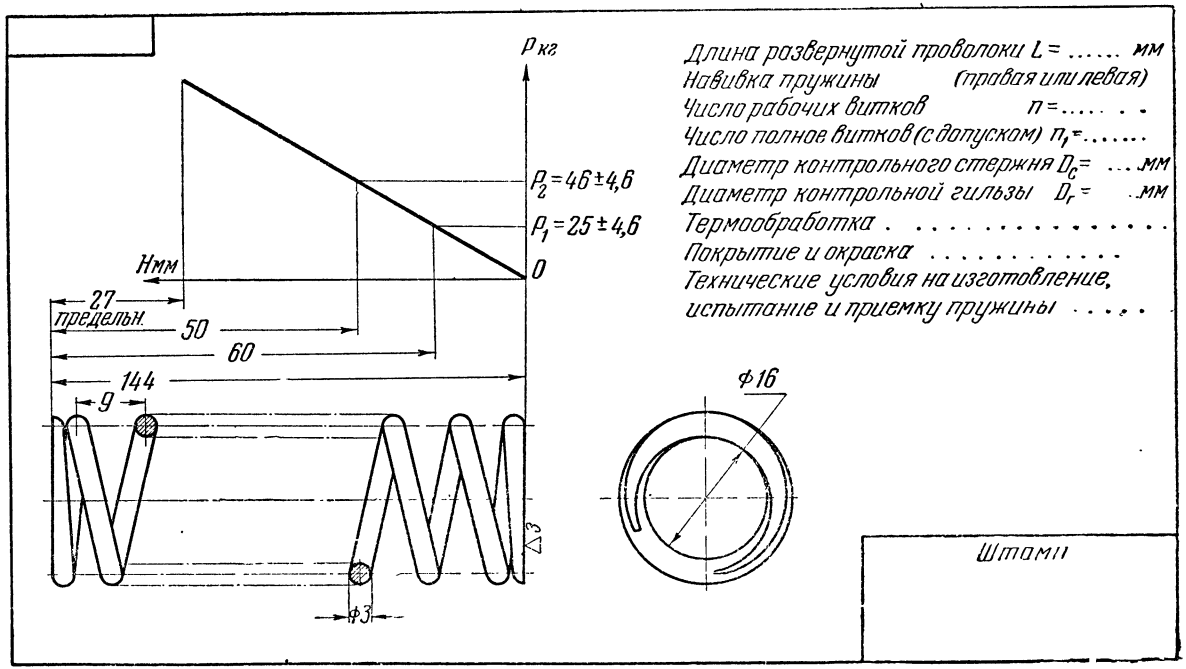


Рис. 108. Рабочий чертеж пружины, работающей на сжатие

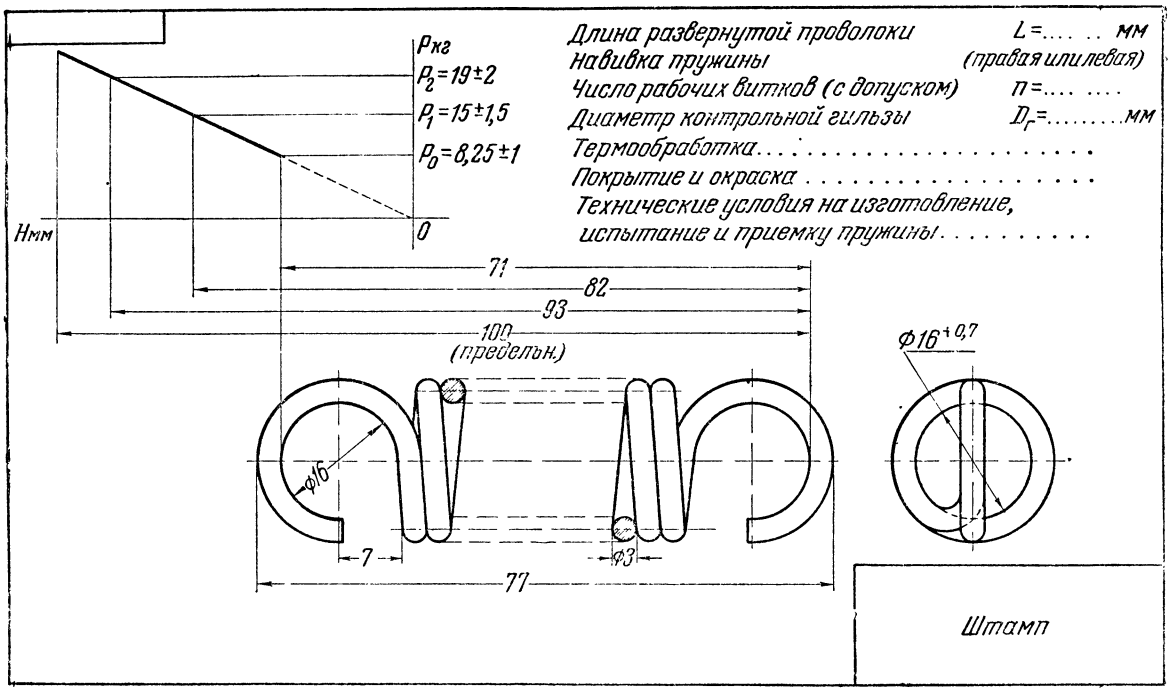


Рис. 109. Рабочий чертеж пружины, работающей на растяжение

мощью проекции с торца пружины (рис. 108), а требования об отжатии указывают надписью на чертеже, например: *Крайние витки обжать.*

На рабочем чертеже пружины, как правило, помещают диаграмму механической характеристики пружины, по которой производится контроль пружины. На этой диаграмме показывают:

а) для пружины сжатия (рис. 108) — зависимость между нагрузкой (P) и осевым перемещением (H);

б) для пружин растяжения (рис. 109) — зависимость между нагрузкой (P) и осевым перемещением (H).

На диаграмме механической характеристики пружины указывают следующие характерные точки:

1) величину предварительного натяжения (P_0); (если оно будет иметь место);

2) величину наименьшей рабочей нагрузки (P_1);

3) величину наибольшей рабочей нагрузки (P_2);

4) для пружин сжатия на диаграмме указывают длину пружины, сжатой до соприкосновения витков;

5) для пружин растяжения — длину растянутой пружины при испытании на прочность и упругость.

Рассмотрим некоторые особенности чертежей пружин других видов, которые необходимо знать при чтении их чертежей.

Чертежи пружин, работающих на кручение

На рис. 110 показана цилиндрическая винтовая пружина кручения. На диаграмме механической ее характеристики показывают зависимость между закручивающим моментом M и относительным углом поворота φ торцов пружины.

На рис. 111 показан чертеж плоской спиральной пружины. На диаграмме механической ее характеристики изображают зависимость между моментом на валике (оправке) M_{φ} и углом его поворота φ. Характеристика пружин теоретически — прямая линия (действительная характеристика прямолинейна только в средней части).

На диаграмме механической характеристики пружины указывают следующие точки:

1) величину наименьшего момента (M_1 φ_1);

2) величину наибольшего момента (M_2 φ_2);

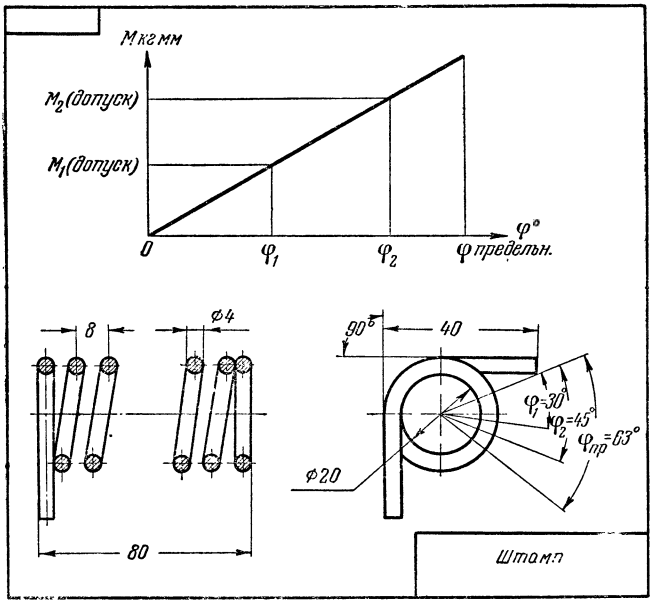


Рис. 110. Рабочий чертеж пружины, работающей на скручивание

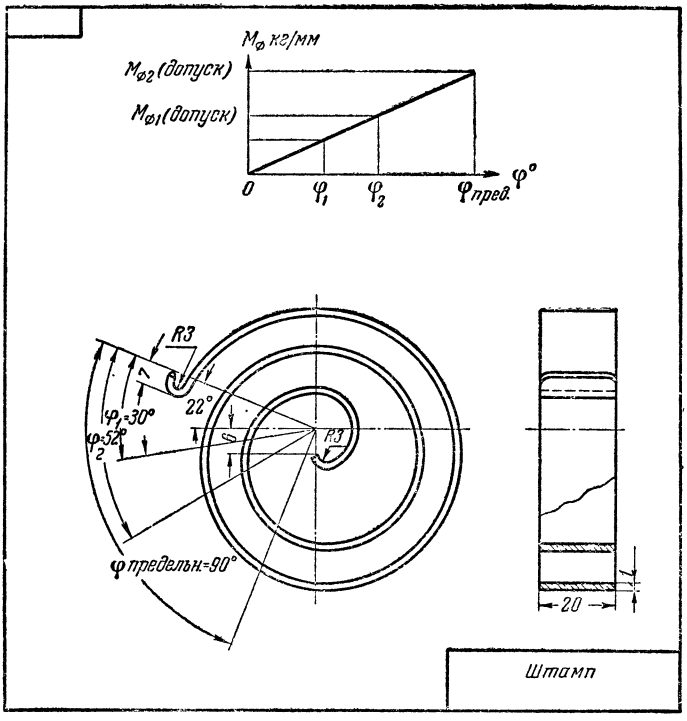


Рис. 111. Рабочий чертеж спиральной пружины

3) для спиральной пружины — предельный угол закручивания (φ) (предельный). Этот угол указывается также на изображении спиральной пружины.

Чертежи плоских листовых пружин

На рис. 112 показан чертеж плоской листовой пружины. На механической ее характеристике указывают зави-

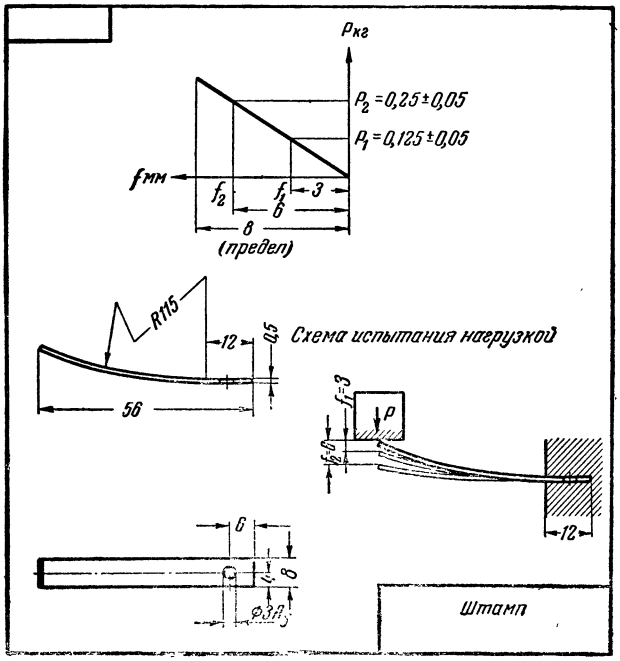


Рис. 112. Рабочий чертеж плоской листовой пружины

симость между нагрузкой (P) и прогибом пружины (f).

На диаграмме механической характеристики указывают следующие характерные точки:

1) величину наименьшей нагрузки (P_1);

2) величину наибольшей нагрузки (P_2).

На поле чертежа плоской листовой пружины в случае необходимости помещают в виде отдельных схем графические пояснения методов испытания данной пружины, как показано на рис. 112.

Эти пояснения могут быть заменены ссылкой на соответствующую инструкцию или внутризаводскую нормаль, если пружины являются ходовой деталью или входят в номенклатуру выпускаемой заводом продукции.

Детали с резьбой

Условное изображение резьбы было рассмотрено в § 4. Условные обозначения резьб разъяснены в § 5, где приведена таблица условных обозначений для всех стандартных резьб.

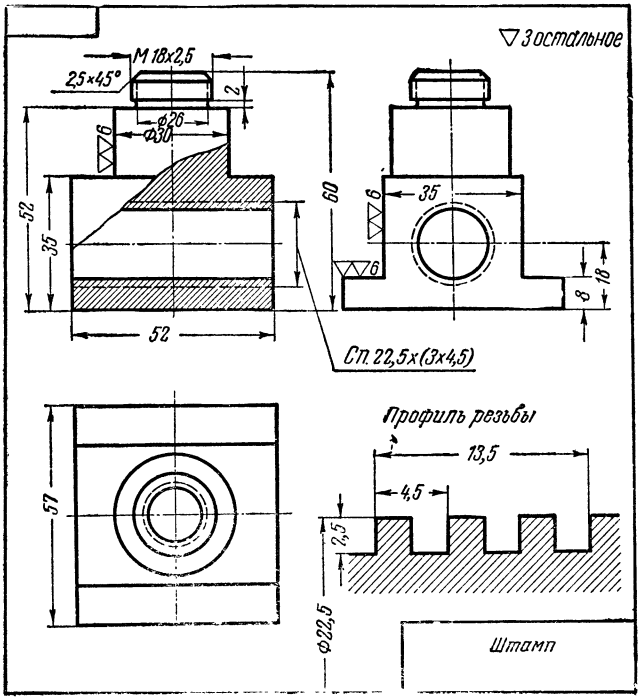


Рис. 113. Пример рабочего чертежа детали, имеющей специальную резьбу

На рис. 113 показан чертеж детали, имеющей стандартную метрическую резьбу на стержне: *M18×2,5* (где 18 — наружный диаметр резьбы, 2,5 — шаг резьбы), и специальную (в отверстии), для которой дан отдельно

профиль резьбы со всеми размерами. Для специальных резьб с нестандартным профилем не установлено условных обозначений, однако на рабочих чертежах деталей с многоходовыми резьбами можно встретить обозначение, записанное по типу обозначений для специальных резьб, со стандартным профилем, как показано на рис. 113.

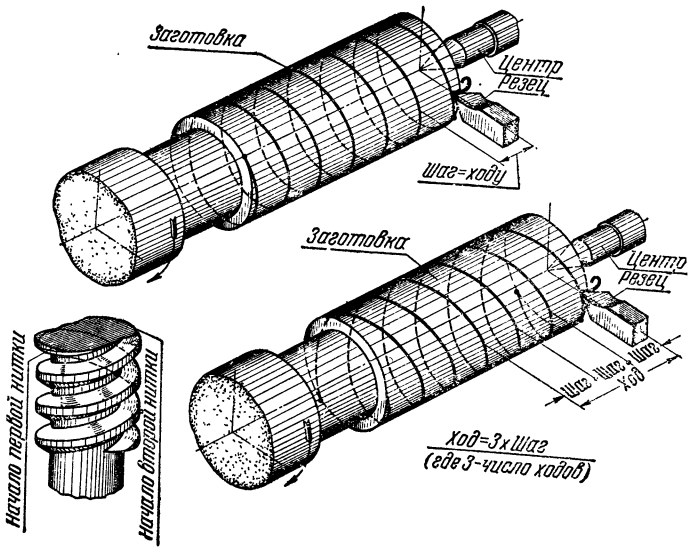


Рис. 114. Наглядное пояснение размеров, которые входят в обозначение специальных резьб

В обозначении *Сп. 22,5×(3×4,5)* число 22,5 означает наружный диаметр резьбы, число 3 — число ходов, а 4,5 — шаг или расстояние между серединами, а также соседними точками смежных витков. Ход такой резьбы, т. е. перемещение винта или гайки за один оборот, очевидно, будет равен 3×4,5=13,5 *мм*. Наглядное пояснение размеров, которые входят в обозначение многоходовых резьб, дано на рис. 114.

§ 18. ДЕТАЛИ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Криволинейные поверхности, ограничивающие детали сложной формы, весьма разнообразны; они находят широкое применение, особенно в автомобильной и авиацион-

ной промышленности. Рассмотрению всех вопросов чтения чертежей изделий сложной формы можно посвятить целую книгу и провести много интересных и полезных для промышленности исследований. Из этой группы будут рассмотрены только некоторые чертежи плоских деталей со сложным контуром и отдельные примеры чтения чертежей пространственных деталей, ограниченных сложными криволинейными поверхностями.

Детали этой группы могут быть изготовлены на копировально-фрезерных станках, полуавтоматических, автоматических и со следящими системами.

Криволинейные каналы в деталях в настоящее время можно получить электроискровой обработкой, с применением специальных приспособлений.

При чтении чертежей деталей этой группы важно:

1) уяснить кривые линии, ограничивающие контурные очертания плоских деталей, а для объемных уяснить криволинейные поверхности, ограничивающие деталь;

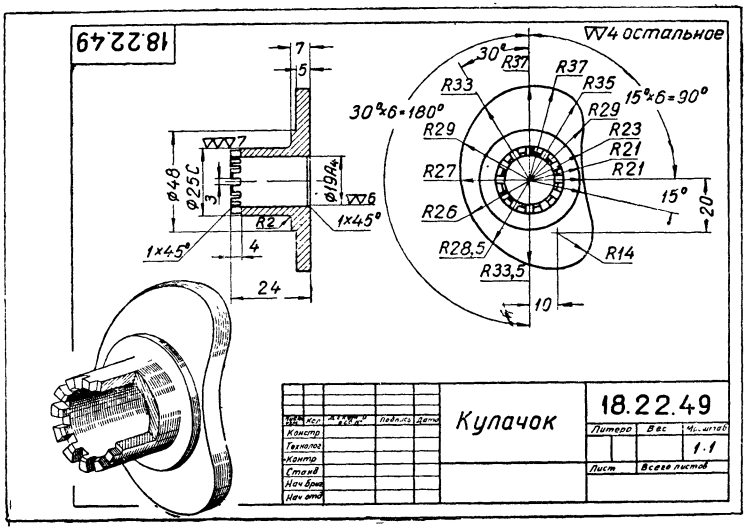
2) понять способы задания линий и поверхностей на чертежах деталей сложной формы;

3) установить, является ли чертеж определенным, можно ли по нему получить единственную форму. Если нет, то какие требуются дополнительные условия.

Рассмотрим некоторые чертежи деталей этой группы и сделаем несколько замечаний.

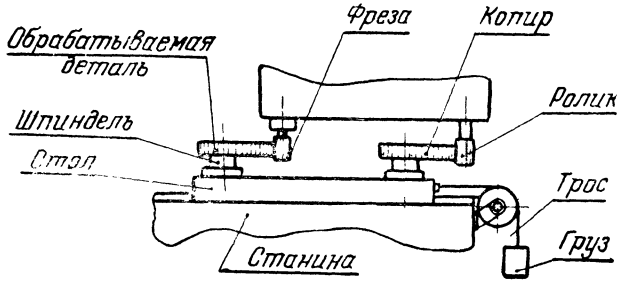
На чертеже рис. 115, *а* изображен кулачок механизма. С торца кулачок имеет шлицы для сцепления с другой деталью, передающей вращательное движение. С противоположного торца имеется элемент со сложной цилиндрической поверхностью. Основание этого цилиндра представляет замкнутый криволинейный контур. Как нам известно, этот контур проще всего задать полярными координатами, как показано на чертеже. По этим размерам можно изготовить шаблон-копир для фрезерования по криволинейному контуру. На рис. 115, *б* показана схема обработки.

На рис. 116, *а* показана деталь со сложным спиральным очертанием на боковой поверхности ее цилиндрического элемента. На чертеже этой детали показан шаблон, который потребуется для фрезерования по одному из методов копирования на фрезерном станке. В остальном чтение чертежа не представляет затруднений. На рис. 116, *б* показана схема обработки.



а)

Большое количество деталей различных изделий изготовляются из листового (или рулонного) материала.



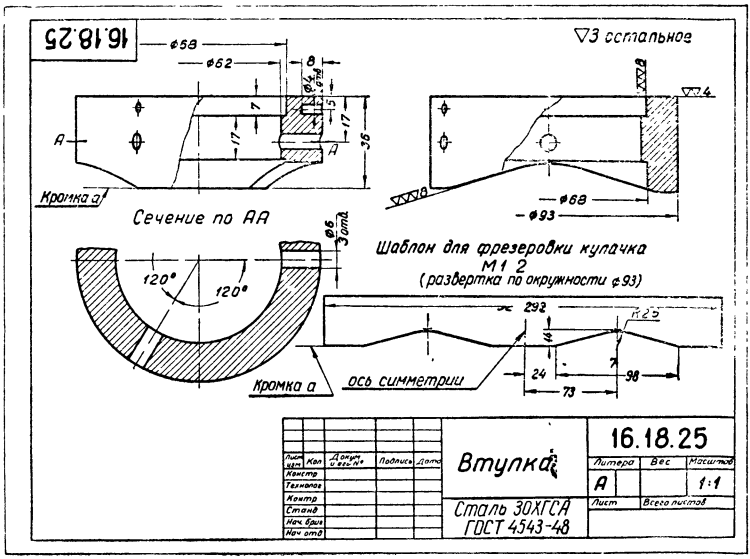
б)

Рис. 115.

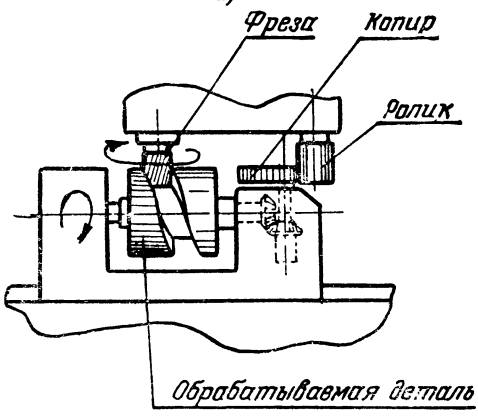
а — пример чертежа кулачка, имеющего сложный профиль и рисунок кулачка; *б* — примерная схема обработки

Представителями плоских деталей сложной формы являются, например, развертки сложных (трубчатых и обтекаемых) поверхностей, детали сварных и клепаных узлов, изготовляемых из листового материала, различные кулачки автоматов, прокладки, накладки, выкройки.

Плоские детали, а также некоторые объемные можно



а)



б)

Рис. 116.

а — чертеж детали со сложным спиральным очертанием на боковой поверхности; *б* — примерная схема обработки

рассматривать, как двумерные (плоские) фигуры. Развертки могут быть точные для развертывающихся поверхностей: конических, цилиндрических и др., или приближенные для неразвертывающихся поверхностей. В послед-

нем случае при их изготовлении происходит не только простое изгибание развертки, но и вытяжка или складки в материале.

Чертежи штампованных деталей с криволинейными неразвертывающимися поверхностями содержат не развертки, а чертежи заготовки с размерами, полученными по эмпирическим формулам, или просто, числовые указания о размерах заготовки.

Развертки сложных поверхностей или приближенные их заготовки часто получаются с несимметричным криволинейным очертанием. Представляет практический интерес вопрос о выборе размерных баз и простановки размеров сложных криволинейных очертаний с учетом рациональной разметки и раскроя материала.

Приведем некоторые результаты исследований автора.

Контурное очертание любой плоской листовой детали, а также некоторых объемных можно вписать в один или несколько различных прямоугольников:
$a_1 \times b_1$, $a_2 \times b_2$, ..., $a_n \times b_n$, где a_1, a_2, ..., a_n и b_1, b_2, ..., b_n — соответствующие стороны прямоугольников.

Наивыгоднейшие габаритные размеры (a_0 и b_0) соответствуют наименьшей площади ($F_{min} = a_0 \times b_0$) прямоугольника, в который вписывается очертание данной детали.

Размеры a_0 и b_0 важно знать при решении, например, следующих вопросов:

а) нахождение лучшего варианта раскроя материала на карточки и ленты (полосы) и при групповом раскрое;

б) определение наивыгоднейших размеров плит качественной стали для изготовления из них матриц и пуансонов;

в) проектирование штампов для горячей штамповки, форм для некоторых видов литья и т. д.

Правильное решение этих вопросов обеспечивает экономию материала в автомобильной и авиационной промышленности, в легкой промышленности, производящей такие изделия, как, например, обувь, одежда и т. д. Значительную экономию качественной стали можно получить также при изготовлении штампов.

Габаритные размеры назначаются на чертежах конструктором или определяются технологом по рабочим чертежам; однако существующие способы их определения дают

весьма приближенные результаты. Кроме того, габаритные размеры, проставленные от размерных баз, удобных для образмеривания, зачастую ошибочно принимаются за размеры a_0 и b_0.

На рис. 117 приведена наглядная таблица, позволяющая для деталей несложных форм быстро находить размерные базы, обусловливающие размеры a_0 и b_0, а следовательно, и

$$F_{min} = a_0 \cdot b_0.$$

Основная размерная база, совпадающая с направлением замера наивыгоднейших габаритных размеров, отмечена буквой x_0.

Из таблицы видно, что для деталей, вписывающихся в прямоугольный треугольник, линия x_0 может совпадать с любой стороной. (Для нанесения размеров и разметки удобнее принимать катет треугольника.)

Для произвольного треугольника, четырехугольника, трапеции (рис. 117, *б, в, г*) и деталей соответствующей формы за основную размерную базу надо принимать бо́льшую сторону (основание). Она определяет направление замера x_0 наивыгоднейших габаритных размеров, соответствующих наименьшей площади заготовки ($a_0 \cdot b_0 = F_{min}$).

Для кольца и сектора выбор основной базы и направления x_0 зависит от центрального угла и внутреннего радиуса (рис. 117, *д, е*).

Так, для кольца с центральным углом 90° при $b = \frac{R}{\sqrt{2}} = \frac{R}{1,41}$ (см. рис. 117, *е*) площади заготовок прямоугольных карточек будут одинаковыми независимо от того, примем ли мы за x_0 ось симметрии кольца или кромку OA.

На рис. 117 показана плоская несимметричная деталь, вписанная в прямоугольники. В первом случае (рис. 117, *ж*) размерные базы выбраны так, что габаритные размеры определяют сравнительно меньшую площадь заготовки. Во втором случае (рис. 117, *з*) размерные базы выбраны неудачно, т. е. габаритные размеры могут быть ошибочно приняты за размеры заготовки, что приведет к перерасходу материала примерно на 29%. Направление замера наивыгоднейших габаритных размеров, однако, не совпадет с тем, которое принято на рис. 117, *ж*, поэтому

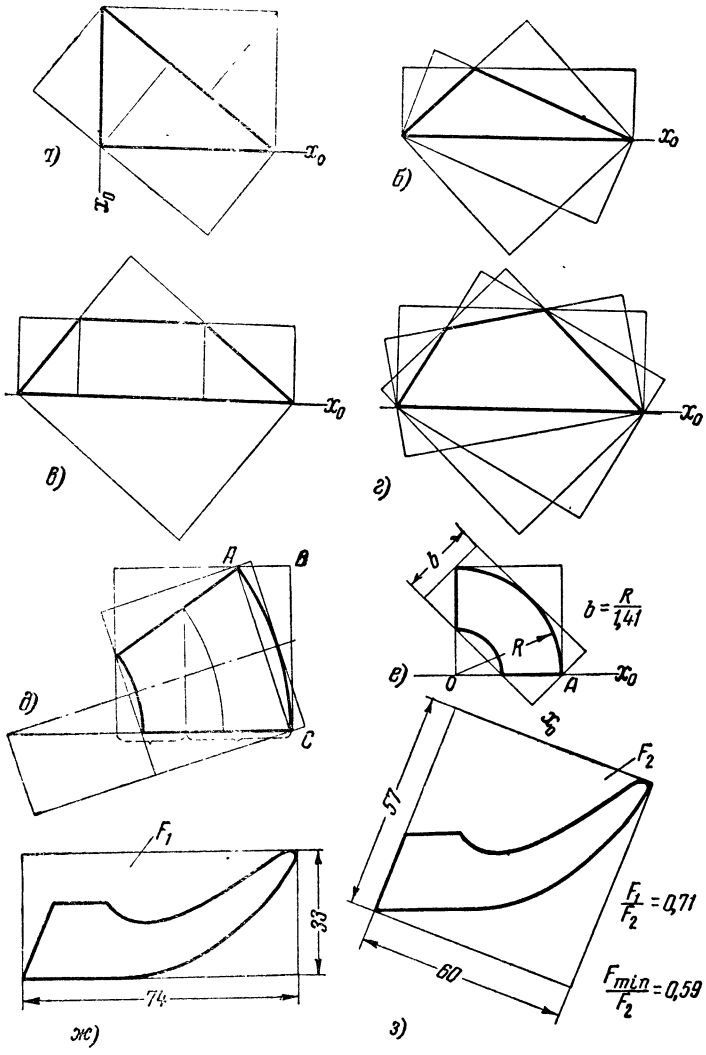


Рис. 117. Положение основной размерной базы, совпадающей с направлением замера наивыгоднейших габаритных размеров у деталей, вписываемых в простые геометрические фигуры (направление замера отмечено x_0)

и в первом случае площадь оказывается не самая наименьшая.

Приведенные примеры показывают, что если при выборе размерных баз исходить из условий рациональной разметки и раскроя материала, то можно предотвратить перерасход материала. Разработаны номограмма и приборы, с помощью которых можно для плоской детали любой сложности быстро и с достаточной точностью определять F_{min}, размеры a_0, b_0 и положение основных размерных баз.

Исследования производственных чертежей при помощи прибора, предложенного автором, показали, что экономия материала за счет правильного определения размеров a_0 и b_0 для ряда деталей может достигать 48% (рис. 118).

В приведенных на рис. 118 примерах, взятых из практики, указано направление x_0 замера наивыгоднейших габаритных размеров. Отношение наименьшей и наибольшей прямоугольных заготовок дает представление о важности точного определения направления x_0. Размеры для каждой детали указаны только те, которые были проставлены на произведенных чертежах как «габаритные».

Правильный выбор размерных баз имеет значение не только для определения, например, минимальных размеров карточек (заготовок), которые затем могут пачками фрезероваться по шаблону на радиально-фрезерных станках, но в ряде случаев и при других типах раскроя — определении оптимальной ширины ленты, полосы. При групповом раскрое листа важно также знать наивыгоднейшие габариты в первую очередь той детали, которая занимает большую часть площади листа, с тем чтобы затем рационально размещать другие детали.

Из приведенных на рис. 118 примеров очевидно, что определение наивыгоднейших размеров заготовки позволит правильно выбрать минимальную из числа стандартных размеров плиту для изготовления матриц и пуансонов. Для некоторых деталей целесообразно основные размерные базы не связывать с направлением замера размеров a_0 и b_0. Однако размеры a_0 и b_0 необходимо определить и проставить на чертеже.

Сделаем некоторые замечания о простановке размеров плоских деталей сложной формы.

Необходимо выбрать в первую очередь основные раз-

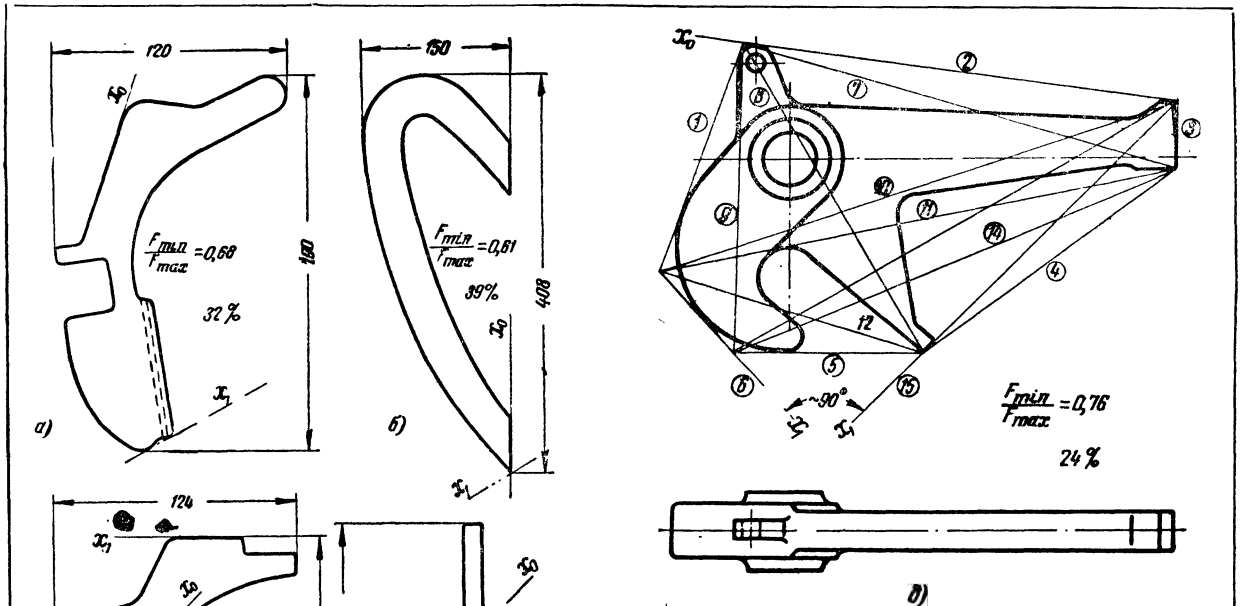


Рис. 118. Примеры, показывающие, что правильное определение направления x_0 замера наивыгоднейших габаритных размеров обеспечивает значительную экономию материала. Размеры указаны только те, которые были проставлены на производственных чертежах как «габаритные»

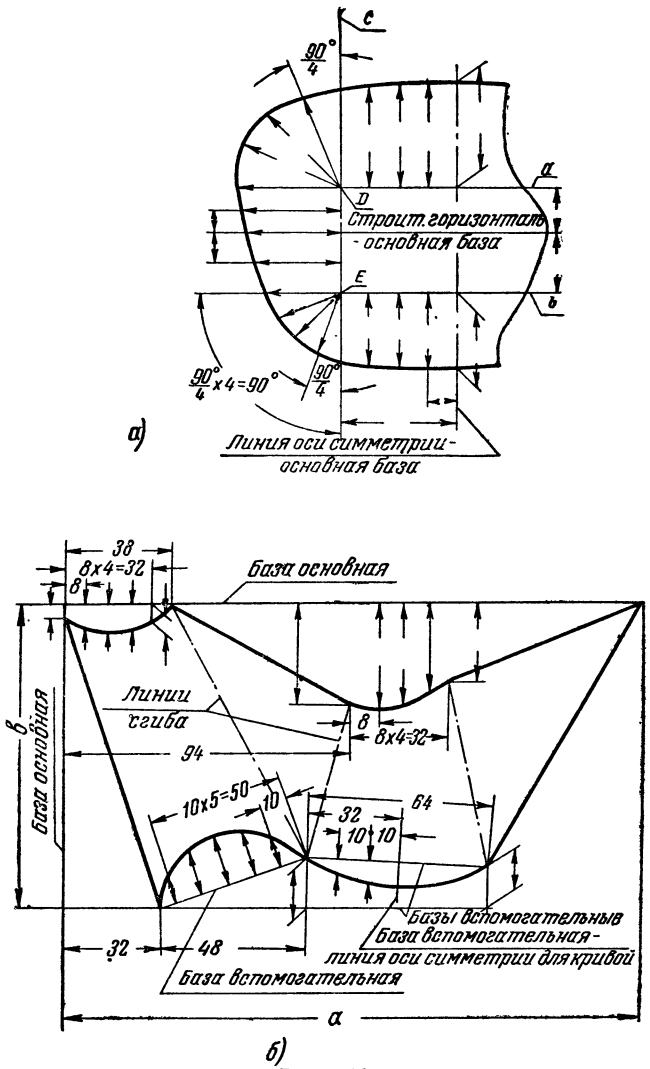


Рис. 119

а — пример, в котором для разметки контура детали применены как прямые линии, так и точки (буквами *a*, *c* отмечены базы-линии, а буквами *D*, *E* — базы-точки); *б* — сложная развертка трубчатой поверхности

мерные базы — оси симметрии кромки детали или линии, соединяющие характерные точки. Эти базы служат и для разметки заготовки или шаблона детали.

На рис. 76 показана деталь с одной осью симметрии, являющейся основной базой. Другой базой служит линия — проекция кромки детали.

При плоскостной разметке базами могут служить одновременно точки и линия разного назначения — для отсчета угловых размеров и как вспомогательные базы (рис. 119, *а*).

На рис. 119, *б* показана сложная несимметричная плоская деталь. Для ее разметки выбраны основные базы, а также вспомогательные базы — прямые линии, соединяющие характерные точки очертания. Отметим, что вспомогательные базы здесь введены для того, чтобы проще и точнее размечать детали; контролировать заданные чертежом размеры; подчеркивать особенности очертаний, например симметричность отдельных криволинейных участков контура и т. п.

§ 19. ЧЕРТЕЖИ АРМИРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Армированные детали показаны на рис. 120. Из рассмотрения рисунков армированных деталей видно, что они мало похожи на ранее рассмотренные и состоят как бы из разных элементов, напоминая сборочные изделия.

В настоящее время армированные детали находят самое широкое применение во многих отраслях промышленности и особенно в приборостроении.

Оформление чертежей армированных деталей значительно отличается от оформления рабочих чертежей обычных деталей; с рабочими сборочными чертежами у них имеются сходство и существенное различие.

Чтобы научиться читать чертежи армированных деталей, нужно, кроме общей графической грамотности, быть знакомым с технологическим процессом их изготовления.

Армированная «деталь» — это часть изделия, не однородная по структуре, изготовленная с применением неразъемного соединения методом опрессовки (рис. 121) или другими способами, обеспечивающими монолитную связь (заформовки в металл и др.). Каждая армированная деталь состоит из арматуры *4* и оформившегося в пресс-форме материала *5*. Его будем в дальнейшем именовать «заполнителем».

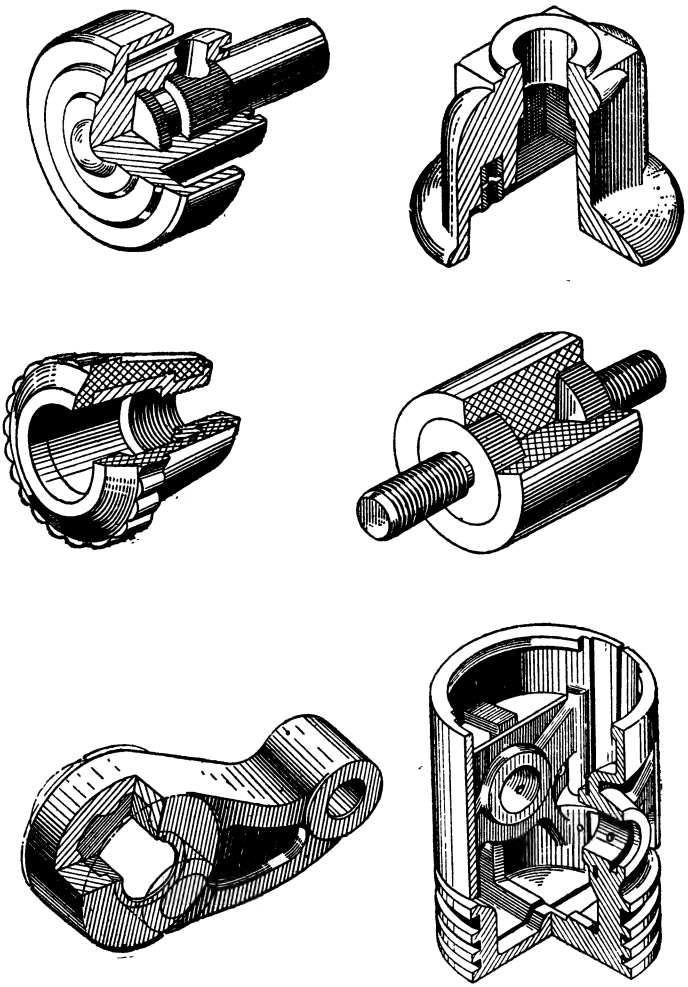


Рис. 120. Рисунки армированных деталей

Очевидно, что заполнитель нельзя называть деталью в известном нам смысле, так как материал заполнителя, придающий окончательную форму армированной детали, поступает в виде полуфабриката в соответствующем состоянии (пластическом или расплавленном, в зависимости от материала и технологического процесса).

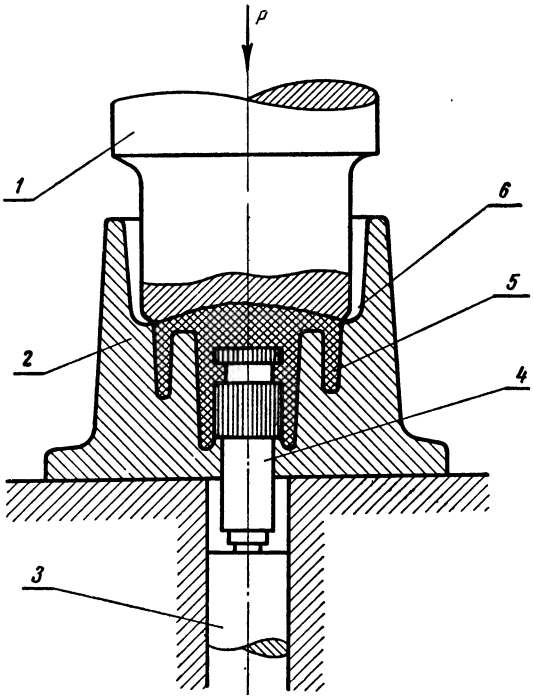


Рис. 121. Схема получения деталей в пресс-форме методами опрессовки арматуры пластмассой:
1 — пуансон; *2* — матрица; *3* — выталкиватель; *4* — арматура изделия; *5* — заполнитель; *6* — грот

Арматура — это деталь или несколько деталей, которая в отличие от «заполнителя» изготовляется отдельно, обычно из металла. Арматура существует как самостоятельное изделие на определенном этапе технологического процесса, т. е. до ее опрессовки пластмассой, заливки металлом или другими способами неразъемной связи (соединения) с заполнителем.

На рис. 122 приведен чертеж стержня. Этот стержень является арматурой, рассмотренной ранее кнопки (рис. 122).

Армированную «деталь» нельзя рассматривать как элементарную часть изделия, поскольку она всегда состоит из арматуры и заполнителя.

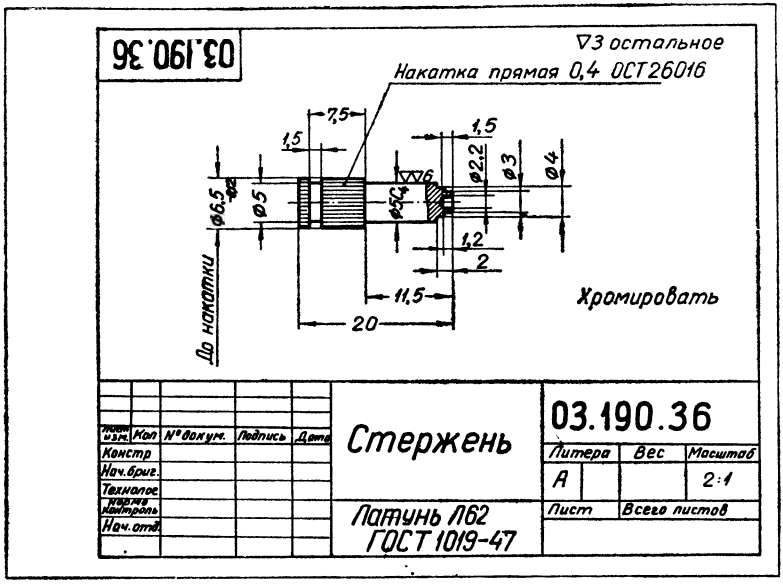


Рис. 122. Пример чертежа арматуры. Деталь имеет накатку

Опрессовка арматуры пластмассой производится в пресс-формах (рис. 121). Заформовка, т. е. соединение одних металлических деталей с другими, осуществляется путем их заливки в металлическое литье.

Эти и другие методы неразъемной связи (соединения) арматуры с заполнителем применяют в целях создания в изделии отдельных участков с иными свойствами, например более твердых или более мягких, с различными диэлектрическими свойствами за счет применения арматуры.

Для опрессовки применяются преимущественно изолирующие материалы, называемые пресс-материалами или пресс-порошками. В табл. 11 приведены некоторые сведения о конструкционных пресс-материалах, а именно: — наименование и обозначение марки материала на черте-

Таблица 11

Некоторые сведения о конструкционных пресс-материалах

Наименование и обозначение пресс-материала	Назначение и примеры применения	Состав компонентов в пресс-материале. Обозначение стандарта или технических условий
К-21-22	Для изготовления деталей различной конфигурации, обладающих удовлетворительной механической прочностью и повышенными диэлектрическими свойствами, при частоте 50 *гц*. Например, основания и плиты электроэлементов, колодки с контактами, прокладки и втулки изоляционные, ручки управления	Резольные, эмульсионные, крезолформальдегидная и фенолформальдегидная смолы (40—50%); остальное древесная мука, мумия, уротропин, олеиновая кислота, ГОСТ 5689—51
К-211-2		Твердая, резольная, фенолоанилинофор-мальдегидная смола (47—48%), древесная мука, слюда, кварцевая мука, уротропин, ТУ МХП 1486—47
Волокнит	Для изготовления деталей, обладающих повышенной механической прочностью (изгиб, кручение) и низкими диэлектрическими свойствами, при частоте 50 *гц*. Например, переключающие устройства (основания, фланцы), кулачки, маховики, рукоятки, стойки, диски с шестеренками и др.	Резольная или новолачная эмульсионная смола (45—50%), хлопчатобумажные очесы, тальк, олеиновая кислота, ТУ НКХП 459—41
К-18-2	Для изготовления деталей различной конфигурации, обладающих удовлетворительной механической прочностью и пониженными диэлектрическими свойствами, при частоте 50 *гц*	Новолачная фенолформальдегидная смола (40—45%), остальное древесная мука, мумия, венская известь, уротропин, нигрозин, стеарин, ГОСТ 5689—51

Наименование и обозначение пресс-материала	Назначение и примеры применения	Состав компонентов в пресс-материале. Обозначение стандарта или технических условий
Текстолитовая крошка	Для изготовления деталей с повышенными механическими и антифрикционными свойствами и пониженными диэлектрическими свойствами при частоте 50 *гц*, к которым предъявляются более высокие требования в отношении их стойкости в условиях воздействия атмосферы, газов, бензопродуктов при колебаниях температуры от —60 до +60° С	Фенол- или крезолформальдегидная смола (45—50%), часто в виде бакелитового лака, которым пропитываются куски хлопчатобумажной ткани, ТУ ЗП 1040—43
Аминопласты	Для изготовления деталей различных цветов несложной конфигурации, обладающих удовлетворительной механической прочностью и пониженными диэлектрическими свойствами. Например, шкалы, индексы, таблички с надписями, кнопки, колпачки сигнальных ламп и др.	Мочевиноформальдегидная смола, целлюлоза, стеарат цинка, краситель, ТУ НКХП 328—48
К-211-3	Для изготовления деталей, работающих в условиях высокой частоты, порядка 10^6 *гц*, обладающих высокими диэлектрическими свойствами и пониженной механической прочностью. Например, ламповые панели, детали к контурам и подобные им детали высокочастотной изоляции радиотехнического назначения	Твердая резольная фенолоанилиноформальдегидная смола (34%) с минеральным наполнителем (слюда, кварцевая мука) и отверждающие вещества (уротропин), ТУ НКХП 1386—47

Продолжение табл. 11

Наименование и обозначение пресс-материала	Назначение и примеры применения	Состав компонентов в пресс-материале. Обозначение стандарта или технических условий
К-211-4	Пресс-порошок К-211-4 по изоляционным свойствам несколько уступает пресс-порошку К-211-3, но обладает большей механической прочностью	Твердая резольная фенолоанилиноформальдегидная смола (52—53%), слюда, кварцевая мука, древесная мука, уротропин, стеарин, ТУ НКХП 1386—47
К6	Для изготовления деталей, обладающих повышенной механической прочностью и теплостойкостью, но с более низкими электроизоляционными свойствами. Например, коллекторы моторов, работающие при повышенной температуре, трущиеся детали, к которым предъявляются повышенные требования в отношении их фрикционных свойств	Резольная эмульсионная фенолформальдегидная смола, каолин, асбест, олеиновая кислота, ТУ МХП 412—52
К-214-42	Детали, длительно работающие в сочетании с цветными металлами, стойкими против коррозии (от действия аммиака)	Фенолоанилиноформальдегидная резольная смола, древесная мука, окись магния, стеарат и мумия или бакелитовая мука, ТУ 3862—53
Монолит ФФ	Детали электрической, телефонной и радиоаппаратуры	Новолачная смола, древесная мука, литопон, смазка, уротропин, ГОСТ 5689—51
Фаолит	Детали химического машино- и аппаратостроения, стойкие к кислотам и растворам солей	Резольная смола, кислотостойкий асбест, ТУ НКХП 322—41 и 323—41

жах, назначение и примеры применения, состав компонентов и обозначения технических условий. Эти сведения необходимы при чтении чертежей армированных деталей, проектировании и составлении чертежей деталей из пластмасс как без арматуры, так и с металлической арматурой. Пресс-материал для опрессовки подается в специальные пресс-формы обычно в пластическом состоянии.

При изготовлении деталей методом заформовки материалом для заливки обычно служит металл с иными свойствами, чем свойства металла, из которого изготовлена сама арматура. Причем этот материал может являться сплавом более мягким, чем металл, из которого изготовлена арматура, или, наоборот, более твердым. Металл-сплав для заформовки подается в специальные формы в расплавленном состоянии.

Обычные детали — точеные, литые и др., которые мы рассмотрели выше, — представляют элементарные части изделия, изготовленные без применения каких-либо сборочных операций; в оформлении их чертежей много общего.

Оформление чертежей армированных деталей своеобразное, поскольку армированные изделия не являются, строго говоря, деталями. При их изготовлении применяют соединения (монолитная связь арматуры с заполнителем), а это позволяет рассматривать их как узлы, т. е. сборочные единицы.

Относительно оформления чертежей армированных деталей Общесоюзный стандарт дает указание о том, что «чертежи неразъемных соединений деталей (сварных, клепаных, паяных и выполняемых посредством опрессовки пластмассой или заливки в металл) должны быть оформлены как сборочные чертежи узлов» (ГОСТ 5292—50).

Чертежи на армированные детали (или изделия) оформляют по типу сборочных (узловых) чертежей. Следовательно, на них дают спецификацию, где указывают основные данные об арматуре и заполнителе. В графе «Материал» (или в примечании при сокращении спецификации) для заполнителя указывают наименование материала, установленное обозначение и номер стандарта или технических условий, например: «фенопласт К-21-22 ГОСТ 5689—51». На изображениях должны быть указаны позиции с номерами, которые присвоены арматуре и заполнителю согласно спецификации.

Армированные детали, как отмечалось, отличаются от сборочных изделий (узлов). Узлом согласно ГОСТ 5290—50 принято называть разъемное или неразъемное соединение деталей. При сборке обычного узла все детали поступают в готовом виде, за исключением отдельных элементов деталей, обрабатываемых в процессе сборки или после сборки. Очевидно, что всех рабочих детальных размеров на обычных сборочных чертежах не должно содержаться. На таких чертежах проставляются только те исполнительные размеры, которые проверяются в процессе сборки или после сборки.

Иначе обстоит дело с армированными деталями, на чертежах которых обязательно следует проставить все рабочие детальные размеры изделия в окончательном виде (кроме размеров выступающих частей арматуры).

Для обоснования необходимости этих размеров вернемся к рассмотрению технологической оснастки — пресс-формы, без которой нельзя получить армированной детали.

Внутренняя полость пресс-формы, куда помещается (устанавливается или закрепляется) арматура, должна соответствовать и определять форму и все размеры самой армированной детали с учетом усадки. Поэтому рабочий чертеж армированной детали выполняют так, что при его чтении можно было бы полностью уяснить как форму, так и все необходимые рабочие размеры. Очевидно, что на таком чертеже мы увидим дополнительные изображения (сечения, размеры, дополнительные виды), которые отображают форму и размеры элементов, не ясных на основных проекциях.

На рис. 123 показан чертеж кнопки. Изложенные выше особенности армированных деталей и их чертежей позволяют после общего ознакомления с чертежом сделать вывод, что на чертеже изображена армированная деталь. Об этом можно судить по главному виду, деталь, отмеченная на нем позицией *1*, представляет арматуру, изготовленную из металла; позицией *2* отмечен заполнитель. Штриховка в сетку показывает, что материал не металлический. Над основной надписью чертежа содержится спецификация, в которой приведены основные сведения об арматуре и заполнителе. В примечании указаны наименование материала для заполнителя, его условное обозначение и номер стандарта.

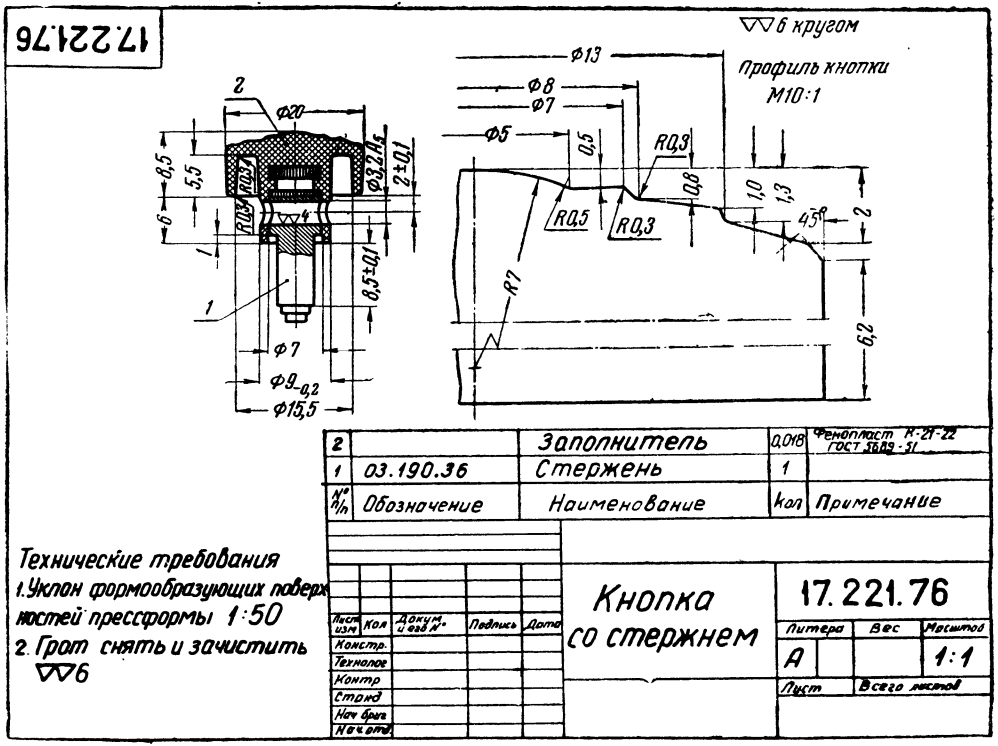


Рис. 123. Пример рабочего чертежа армированной детали, изготовляемой по методу опрессовки

По обозначению из приведенной табл. 8 можно узнать технологические свойства и состав материала.

Обращает на себя внимание большое количество размеров, что не характерно для сборочных чертежей узлов.

На главном виде деталь расположена в вертикальном положении, наличие оси и размеров со знаком ∅ указывает, что поверхности, ограничивающие деталь, преимущественно являются поверхностями вращения. Слева, на свободном поле чертежа, показан профиль кнопки со всеми размерами. Заметим, что исполнительных размеров стержень *1* не содержит, а дан только установочный размер 8,5 ± 0,1. Таким образом, на чертеже полностью отображена форма детали и имеются все необходимые размеры, что позволяет изготовить пресс-форму (пресс-форма была показана на рис. 121). Отметим, что при назначении размеров для оформляющих элементов пресс-формы учитывают усадку материала. Степень чистоты оформляющих пресс-форму поверхностей определяет чистоту поверхностей самой армированной детали (кроме поверхностей арматуры). Иначе говоря, какова чистота оформляющих поверхностей пресс-формы, такова будет чистота соответствующих поверхностей готового изделия. Из рассмотрения чертежа и спецификации армированной детали очевидно, что на стержень *1* имеется отдельный чертеж, по которому он изготовляется, а для заполнителя *2* отдельного чертежа существовать не может.

Все размеры, кроме одного установочного, являются исполнительными. Одни исполнительные размеры служат для изготовления деталей пресс-формы матрицы и пуансона путем обычной механической обработки на станке, другие — для сверления поперечного отверстия после изготовления армированной детали.

Технические требования, содержащиеся на этом чертеже (указания об уклоне, снятии грата), не требуют особых разъяснений.

На рис. 124 показан чертеж армированной детали. Ознакомление с чертежом показывает, что в качестве заполнителя берется не пластмасса, а твердый сплав (см. штриховку на частичном вырыве).

Форма детали представляет сочетание простейших геометрических тел — призм с закруглениями некоторых ребер и имеет две плоскости симметрии. Наличие таких элементов, как известно, требует для выявления формы

трех проекций. Причем в некоторых случаях, как и на этом чертеже (см. вид слева), проекция дается с тем, чтобы показать, имеются ли закругления у ребра призматических элементов или нет. Арматура *2* — это пробка цилиндрической формы, вверху — два прилива для лучшего удержания ее в заполнителе. В пробке просверлено

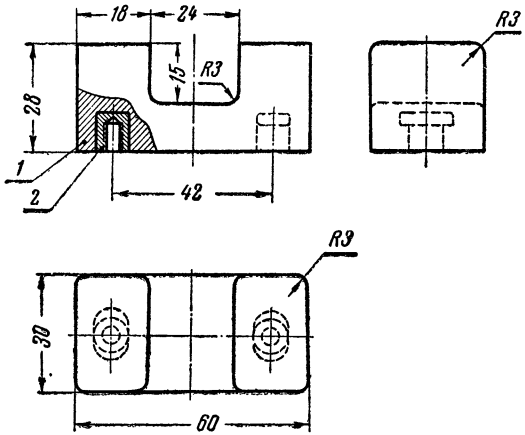


Рис. 124. Пример чертежа детали, изготовленной методом заформовки («мягкие» пробки заформовываются в твердый сплав)

глухое отверстие с резьбой. Именно этот элемент с резьбой и вызвал необходимость армирования детали ввиду большой трудности сверления и нарезания резьбы в особо твердом сплаве, из которого по конструктивным соображениям надо изготовить данную деталь.

На рис. 125 показана армированная деталь, изготовленная, как и предыдущая, методом заформовки. Здесь арматурой служит стальная втулка, повышающая прочность и износоустойчивость, а заполнителем является алюминиевый сплав менее твердый, чем сталь. Обращают на себя внимание изображенные на виде сверху условными линиями элементы втулки, подлежащие срезу. Об этом имеется соответствующее указание на выноске. Таким образом, втулка поступает удлиненной, фиксируется в форме, заформовывается в металл и затем после изго-

товления срезается по концам до нужного размера 20. Все поверхности, подлежащие механической обработке после заформовки, отмечены условными обозначениями на самом чертеже. Все остальные поверхности будут

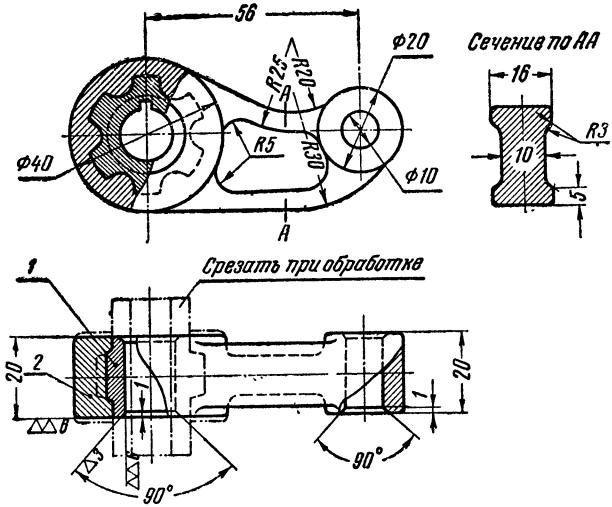


Рис. 125. Пример чертежа армированной детали, изготовляемой методом заформовки (стальная втулка заформовывается в алюминиевый рычаг)

иметь примерно такую же чистоту, как и оформляющие элементы литейной металлической формы.

В остальном оформление чертежа этой детали ничем не отличается от рассмотренных выше.

О перспективах применения армированных деталей

Армированные детали находят все более широкое применение в машиностроении и приборостроении в силу следующих причин.

Метод получения изделий путем опрессовки и заформовки является прогрессивным, позволяющим организовать массовое производство не только частей изделий, но и всего изделия.

Методом прессования из пластмасс можно легко получать изделия с чистотой поверхностей 7—12-го класса. Получение такого класса путем механической обработ-

ки обходится дорого и связано со специальными ее видами: алмазное точение и растачивание (9—10-й класс), чистовое и тонкое шлифование, полирование и т. д.

Из пластических масс с применением арматуры можно изготовлять силовые конструкции со сложными поверхностями (при условии рационального сочетания материала и формы изделия) и относительно легкими по весу.

Технико-экономический анализ материалов показывает неоспоримые преимущества неметаллических материалов — пластмасс. Их замечательные свойства способствуют внедрению прогрессивных, революционизирующих технику методов получения изделий прессованием, опрессовкой, литьем под давлением, шприцеванием и другими методами.

Проблема теплового барьера ставит задачи по изысканию новых теплостойких материалов. Оказалось, что и при решении этой проблемы металлические материалы уступают место неметаллическим. Важная роль среди неметаллических материалов принадлежит армированным и пористым материалам (армированные стеклопластики, фенопласты и др.).

В конструкции автобуса, автомобиля, пассажирского самолета наряду с отдельными армированными «деталями» находят все более широкое применение отдельные агрегаты, отсеки, панели, узлы, выполненные путем опрессовки арматуры (силового каркаса) пластмассой или изготовленные из заранее армированных материалов в виде полуфабрикатов.

В числе материалов в машиностроении появляются такие полуфабрикаты, как, например, различные марки армированных пластмасс в виде листов, лент, труб, прутков.

Раздел III

ЧТЕНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

§ 20. НАЗНАЧЕНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Сборочные чертежи составляют на сборочное изделие в целом и на его сборочные части: узлы, группы и подгруппы.

Изделием называют законченную продукцию, выпускаемую заводом. Машина, станок, корабль, самолет, слесарные тиски, домкрат являются примерами сборочных изделий.

Узел — это часть сборочного изделия, в котором применены какие-либо соединения, например одна деталь впрессована в другую. Склепанные между собой детали составляют узлы. Узел на какое-то время существует самостоятельно, например на время передачи из одного цеха в другой, или может храниться на складе до присоединения его в другой, более крупный узел.

Основным характеризующим признаком узла является возможность его сборки обособленно от других частей изделия, а также возможность его установки и присоединения к другим частям изделия без предварительной разборки.

Простым узлом называют соединение между собой отдельных деталей. В простом узле обычно применяется один способ соединения (сварка, клепка, болтовое соединение и др.).

Сложным узлом принято называть такой узел, в который, кроме отдельных деталей, входят еще один или несколько простых узлов.

Группой называется соединение подгрупп, узлов и деталей, являющееся одной из основных составляющих частей изделия.

Подгруппой называется соединение узлов и деталей, по сложности своей лежащее между узлом и группой.

Соединения бывают разъемные и неразъемные.

Узлы с разъемными соединениями можно разобрать и собрать, не повредив деталей. Разъемные соединения осуществляются посредством болтов, шпилек, валиков, клиньев и других крепежных деталей.

Узлы с неразъемными соединениями могут быть расчленены только с разрушением одной или нескольких деталей узла. Неразъемные соединения осуществляются сваркой, пайкой, посредством заклепок, опрессовки пластмассой или заливки в металл.

Сборочные чертежи нужны при проектировании, изготовлении, монтаже, регулировании, эксплуатации и изучении механизмов, машин и их частей; они необходимы для технической литературы, при всевозможных технологических разработках и пр.

Сборочные чертежи в зависимости от их назначения отличаются между собой по содержанию.

Рассмотрим основные из них:

1. Рабочие сборочные чертежи предназначаются для серийного или массового производства. По ним соединяют детали и узлы между собой, выполняют монтаж в более крупные соединения и контролируют эти работы.

2. Конструктивные сборочные чертежи — чертежи технического проекта. По ним изготовляют рабочие чертежи деталей, узлов, подгрупп.

Этими чертежами пользуются также рабочие при единичном или мелкосерийном производстве, а также в технических отделах для подготовки производства, разработки технологической документации, оснастки, для контроля и приемки сборочных изделий.

3. Ремонтные чертежи служат для ремонта изделий. На этих чертежах выделяется место, которое необходимо ремонтировать.

4. Табличные чертежи имеют целью дать возможность по одному сборочному чертежу изготовить несколько сборочных изделий, отличающихся в основном размерами. Для этого на табличном чертеже дается изображение одного сборочного изделия и помещается таблица с указаниями изменяющихся деталей и их размеров для всех подобных сборочных изделий.

5. Чертежи-схемы — это такие чертежи, в которых

разъясняются при помощи условных графических обозначений принципы работы различных сборочных изделий.

6. Чертежи изобретений и рационализаторских предложений выполняются упрощенно, так чтобы на чертеже было ясно отображено только существо предложения. Когда рационализация касается только части изделия, чертеж выполняется так, чтобы легко читалось только то место, которое предложено к изменению; остальная часть изделия изображается схематически.

§ 21. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СБОРОЧНЫМ ЧЕРТЕЖАМ

Задачи, которые должны быть разрешены при чтении сборочных чертежей, определяются назначением последних:

1. Сборочные работы в серийном производстве выполняются по рабочим сборочным чертежам при помомощи технологической карты и по отработанной оснастке (приспособления, стапеля), при наличии всех соединяемых деталей и других частей собираемого объекта. Основной целью чтения чертежей будет выяснение порядка и способов соединения деталей. Рабочие сборочные чертежи выполняются так, чтобы при чтении сборочного чертежа можно было:

1) понять взаимодействие деталей и работу механизма или машины в целом;

2) получить ясное представление о процессе сборки — о способах последовательного соединения всех деталей и узлов;

3) разобраться во всех возможных перемещениях подвижных частей;

4) выявить, какие детали должны быть доработаны при сборке, имеется ли совместная обработка деталей;

5) выяснить размеры, которые в процессе сборки следует довести или проверить, например диаметры отверстий, начальное поджатие пружин, расстояния до ограничительных упоров и т. д.;

6) уяснить технические требования, например, на подвижность соединения деталей, на точность и регулирование сборки.

Кроме того, рабочий-сборщик должен по основному изображению каждой детали на сборочном чертеже и по

ее номеру ясно убедиться в том, что на сборку поступила именно та деталь, а не другая.

2. Чтение конструктивных сборочных чертежей преследует другие задачи, в первую очередь выяснение форм входящих в них деталей и узлов для того, чтобы выполнить их рабочие чертежи. Все те требования, которые предъявлялись к рабочим сборочным чертежам, относятся и к конструктивным сборочным чертежам.

Следовательно, по конструктивным сборочным чертежам надо уметь:

1) геометрически полно представить форму каждой детали;

2) уяснить размеры: а) характерные — диаметры валов, осей и др., которые необходимо точно выдержать в рабочих чертежах деталей; б) габаритные; в) установочные; г) монтажные.

Для полного отображения формы деталей широко используются дополнительные виды, разрезы и сечения, выносные элементы и наглядные изображения. Такой сборочный чертеж соответствует своему новому назначению — он является первоначальным документом, на основании которого разрабатываются рабочие чертежи деталей и узлов, предназначенные для передачи на производство.

Конструктивными сборочными чертежами пользуются также для ознакомления с конструкцией и работой механизма или машины с целью ее изучения, рационализации, в учебных целях и, как отмечалось, на производстве при изготовлении единичных или опытных изделий.

3. На ремонтных чертежах для чтения выделяют место изделия, которое должно ремонтироваться; это место изображают линиями видимого контура, остальная часть чертежа выполняется тонкими линиями либо линиями «штрих две точки».

На ремонтных сборочных чертежах указывают только те размеры, зазоры и другие данные, которые необходимы при производстве ремонта, его контроле и приемке.

4. На табличном чертеже проставляют цифровые величины размеров, только общие для всех номеров узлов, которые могут быть изготовлены по данному чертежу. Другие необходимые размеры, по которым один узел отличается от другого, задают в буквенных обозначениях. Их действительные размеры вписаны в таблице. Пользуясь

одним табличным чертежом, можно изготовить несколько однотипных узлов.

Особенностью чтения табличного чертежа является безошибочное выделение по таблице необходимых размеров для одного из нескольких возможных вариантов узлов.

5. В чертежах-схемах детали изображают (обозначают) в самом упрощенном виде и обычно те, которые являются подвижными или имеют опорные трущиеся поверхности (подшипники).

Чертеж-схема должна передавать основное содержание машины, например станка или его части (узла, механизма), помочь быстрее и лучше понять принцип действия и устройство механизма, функцию каждой основной детали, что значительно облегчает чтение сборочного чертежа и ускоряет процесс сборки.

В кинематических схемах важно более наглядно показать работу станка, т. е. указать порядок сцепления колес и последовательность в передаче движения; поэтому допускают некоторые отступления от действительного расположения колес или других элементов в механизмах (развернутые изображения и др.).

На кинематических схемах станков, кроме условных изображений деталей, применяют также и указания в виде надписей. Иногда валы нумеруют римскими цифрами в порядке передачи движения, считая от привода электродвигателя.

У шкивов указывают их диаметры и ширину. У зубчатых колес указывают модуль и число зубьев каждого колеса. Но это применяют лишь в тех случаях, когда надписи не затемняют самой схемы. В противном случае указывают только порядковые номера (позиции), а к схеме прилагают спецификацию (перечень) колес. У ходовых винтов надписью указывают число ходов и направление захода резьбы (правое или левое). Около изображения электродвигателя указывают его мощность и число оборотов в минуту.

§ 22. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЧТЕНИЯ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

При чтении сборочных чертежей следует придерживаться определенного порядка.

Необходимо в первую очередь получить общее впечат-

ление о чертеже, т. е. понять, какой это чертеж — рабочий сборочный или конструктивный, представить себе изображенное на нем изделие. Затем следует приступить к подробному чтению чертежа.

Самый опытный специалист, умеющий читать чертежи, читает их не мгновенно, а разбирается в них последовательно, в определенном порядке, выясняя значение каждого изображения, обозначения, и сопоставляя их, получает полное представление об изделии.

Основное правило — чертежи надо читать последовательно; каждый элемент изделия находить и рассматривать во всех проекциях, используя разрезы, сечения и другие данные на чертеже.

Чтение чертежа начинается с основной надписи — штампа. При чтении штампа выясняют: наименование сборки; номер чертежа; масштаб, в котором выполнен чертеж; количество изделий, которое должно быть изготовлено по этому чертежу. Надо обратить внимание на наличие подписей на чертеже, так как без них чертеж на производстве считается не действительным. Затем читается спецификация.

Спецификация имеется на всех рабочих сборочных чертежах. Иногда она выполняется на отдельном листе по форме. Спецификация нужна технологическому отделу для подготовки технологии, сборочному цеху для подборки деталей и узлов.

В спецификацию заносятся по порядку, начиная снизу, основные сведения о деталях и узлах, входящих в данную сборку. Порядковые номера в спецификации соответствуют номерам деталей, поставленным на полочках к выноскам от деталей на чертеже (рис. 126). Рядом с порядковым номером пишется обозначение и наименование для каждой детали. Наименование характеризует деталь и облегчает чтение чертежа. По наименованиям (корпус, втулка, болт, гайка) легче найти деталь на чертеже. Обозначение или номер детали является (за исключением стандартных) одновременно и номером чертежа.

Система нумерации деталей имеет большое значение в производстве. Обозначение (номер) детали может соответствовать порядковому числу; по номеру можно установить, к какому изделию или его части относится данная деталь (рис. 127). Хорошая система нумерации облегчает чтение сборочных чертежей.

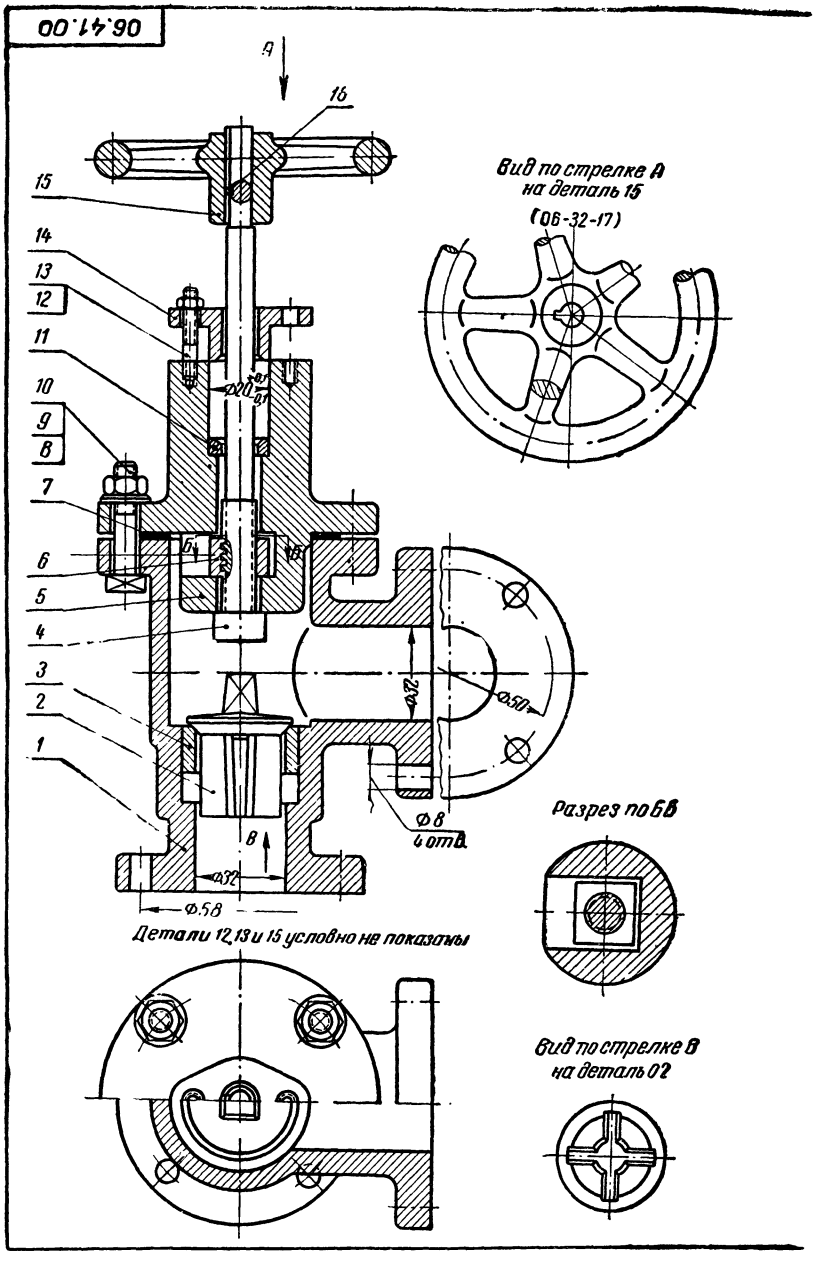


Рис. 126. Конструктивный

16	Шпонка 4х4х32	ОСТ 4080	1		Ст. 6				
15	06.32.17	Маховичек	1		СЧ 00				
14	06.41.09	Втулка сальника	1		Ст.3				
13	Гайка М4	ГОСТ 5927-51	2		Ст 3				
12	Шпилька М4х24	ОСТ 20001-38	2		Ст3				Тип А I-0
11	06 41.08	Кольцо	1		Ст 3				
10	Шайба 8	ОСТ НКТП 3233	4		Ст 2				
9	Гайка М8	ГОСТ 5927-51	4		Ст3				
8	Болт М8х36	ОСТ 200 35-38	4		Ст 3				Тип 10
7	06.41.07	Прокладка	1		Текстолит ГТК				
6	06.41.06	Гайка	1		Ст3				
5	06.41.05	Крышка	1		СЧ 12-28				
4	06.41.04	Шпиндель	1		Ст.4				
3	06.41.03	Седло клапана	1		Ст.4				
2	06.41.02	Клапан	1		Ст.4				
1	06.41.01	Корпус	1		СЧ 12-28				
N пп	Обозначение	Наименование	Кол. на единицу	Кол. на изд	Материал (наименование, марка)		Вес		Примечания

Лит изм	Кол	Документ и его N	Подпись	Дата				
Гл.констр		Буриков			Вентиль	06.41.00		
Нач К.Б.		Бабурин				Литера	Вес	Масштаб
Рук.группы		Бабичева				А		1:1
Констр.					Сборочный	Лист 1	Всего листов 1	
Технолог		Сычева						
Котиров.		Лихачева						

сборочный чертеж

На сборочном чертеже и в спецификации обычно ставят не полные номера деталей, а только их третью часть, т. е. две последние цифры 01, 02, 03 и т. д. Если деталь используется с другого изделия, ставят полный ее номер, указывающий изделие и группу. Далее, в отдельной графе указывается количество деталей каждого наименования, необходимое для изготовления одной сборки или нескольких, смотря по тому, какое количество указано в основной надписи.

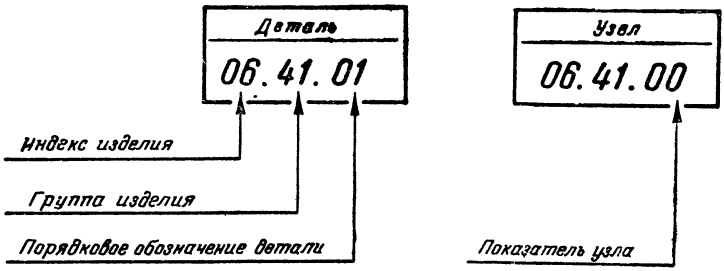


Рис. 127. Структура номера

В графе «Материал» указывается обозначение материала, из которого должна быть изготовлена деталь. В обозначении материала указывается наименование, марка по стандарту и номер стандарта (ТУ).

Для стандартных или нормализованных деталей проставляется обозначение по стандарту (нормали) и номер стандарта.

Спецификации, как и штампы, бывают различных видов, но перечисленные основные графы имеются почти во всех спецификациях. В некоторых формах спецификации имеется графа «Размер заготовки», в которую записываются размеры заготовки, если деталь изготовляется из полуфабриката.

В процессе чтения чертежа необходимо пользоваться спецификацией для быстрого нахождения деталей и уточнения сведений о наименовании, обозначении, количестве.

§ 23. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

При чтении сборочных чертежей надо учитывать условности, принятые для их выполнения:

1. На сборочных чертежах все изображения: виды,

разрезы, сечения, как правило, располагают в проекционной связи по общим правилам. Поэтому, чтобы выделить детали на сборочном чертеже, в первую очередь необходимо пользоваться проекционной связью контуров деталей на разных проекциях сборочного чертежа.

2. На всех разрезах и сечениях штриховку одной и той же детали выполняют с наклоном в одну сторону,

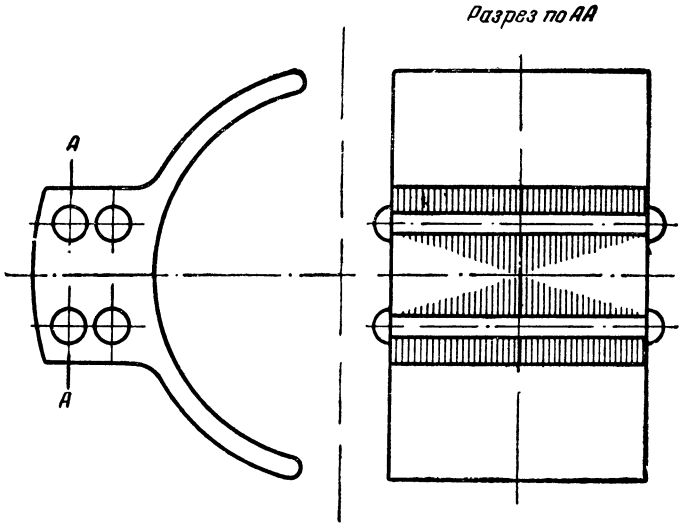


Рис. 128. Пример изображения пакетов листов

с одинаковым расстоянием между штрихами. Стыкующиеся (смежные) детали штрихуют в разных направлениях. В случае соприкосновения одной детали с двумя другими штриховку двух из них делают в разных направлениях, а третью деталь штрихуют по одному из имеющихся направлений, но с иным расстоянием между штрихами или со сдвигом штрихов.

3. При изображении в разрезе пакета листов роторов, якорей, трансформаторов, статоров и дросселей штриховку принято выполнять, как показано на чертеже рис. 128.

4. Для обмотки катушек в разрезах применяют штриховку в виде прямой сетки, как показано на рис. 129.

5. Имеется условность, утвержденная ГОСТ, согласно которой болты, винты, сплошные валы, шпонки и другие

детали на сборочном чертеже показывают неразрезанными в том случае, когда плоскость разреза направлена вдоль их оси.

Шайбы и гайки, навернутые на болты или шпильки, также показывают неразрезанными (см. рис. 126).

6. При изображении ввернутого в отверстие нарезанного стержня (болта, шпильки, нарезанного конца детали) резьба на стержне изображается полностью, а резьба в отверстии показывается только в том случае, если она не закрыта резьбой стержня (см. рис. 126).

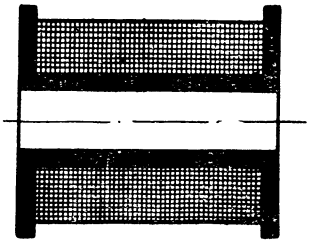


Рис. 129. Пример изображения в разрезе обмотки катушек

7. На сборочном чертеже движущиеся детали показывают в основном рабочем положении, а в крайних выдвинутых положениях эти детали принято показывать неразрезанными и изображать тонкими линиями «штрих две точки».

Клапанные устройства двигателей, насосов, вентилей изображают в закрытом положении. Такое условное изображение называется рабочим положением клапана.

Краны трубопроводов изображают открытыми. Положение отверстия в пробке должно обеспечивать движение жидкости, газов или воздуха по трубам. Такое положение называется рабочим положением пробки крана.

8. Для управления клапанными устройствами задвижек и вентилей служат маховички, а для пробковых кранов — рукоятки и ключи. В тех случаях, когда маховички, рукоятки или ключи на какой-либо проекции закрывают собой конструктивные особенности узла, их следует вычерчивать отдельно на свободном месте листа с пояснительной надписью по типу: *«Вид по стрелке А на деталь 15»*, а у соответствующей проекции узла делать надпись: *«Деталь 15 условно не показана»*.

9. Во многих машинах и приборах встречаются узлы, в корпусе которых находится жидкость или газ, и при этом имеются детали, выходящие из корпуса наружу. Для обеспечения плотности соединения корпуса и выходящих из него деталей применяют так называемые сальниковые устройства. Типовое сальниковое устройство состоит из

полости в корпусе, заполняемой сальниковой уплотнительной набивкой, и втулки сальника. Втулка осаживается вниз либо накидной гайкой, либо завинчиванием гаек на шпильки, если втулка на них держится; при этом набивка уплотняется и создает непроницаемость соединения. При вычерчивании такого устройства применяется условность, по которой нажимная втулка изображается в крайнем выдвинутом положении, нижний ее срез находится на одной линии с верхней плоскостью корпуса (см. рис. 126), а уплотнительная набивка обычно не изображается.

10. Обозначения или порядковые номера деталей, узлов и других составных частей сборочного изделия указывают на полочках или в кружках. Иногда применяется общая выносная линия, например, для комплекса крепежных деталей — болта, шайбы, гайки и др., относящихся к одному креплению (см. рис. 126). Обозначение (номера) деталей принято ставить преимущественно вне контуров проекций по часовой стрелке или против нее, строго по порядку номеров.

11. Предельные отклонения размеров деталей на сборочном чертеже указывают в виде дроби справа от номинального размера: в числителе проставляют обозначение или числовые величины отклонений отверстия (охватывающей детали), а в знаменателе — отклонений вала (охватываемой детали).

При простановке номинального размера в разрыве размерной линии черта, разделяющая отклонения отверстия и вала, может быть слита с размерной линией, т. е. отклонения отверстия проставляются над размерной линией, а вала — под ней (см. рис. 126).

Вместо одной иногда проводятся две размерные линии, с тем чтобы указать отклонение вала и отдельно отверстия. Дается надпись, показывающая, к какой детали относятся отклонения.

12. Допустимые отклонения формы и расположения поверхностей в случае необходимости их контроля в процессе сборки либо оговариваются в технических условиях на свободном поле чертежа, либо указываются на изображении детали так же, как это было показано на чертеже детали.

Особенности сборочных чертежей рассмотрены на основе правил и условностей, установленных общесоюзными стандартами «Чертежи в машиностроении» (ГОСТ

3450—52, 3456—52, 3457—46, 3458—52, 3462—52, 3465—52, 3466—52 и 2940—52). Эти стандарты надо хорошо усвоить, чтобы уметь правильно читать чертежи.

Иногда сборочные чертежи выполняют по системам чертежного хозяйства отдельных министерств. Общесоюзные стандарты обязательны и для них, но, кроме этого, в каждой системе есть особенности в выполнении чертежей, которые зависят от характера конструкций основных изделий данного министерства или ведомства. Так, в чертежах авиационной промышленности и судостроения тонкостенные детали показывают обычно с применением линии невидимого контура; нумерация деталей и форма основной надписи и спецификации у них другие.

§ 24. ЧТЕНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

Чтение чертежа (см. рис. 126) начинаем как всегда с указаний в штампе. Читаем наименование сборочного изделия, номер — обозначение чертежа; по масштабу видим, что изображения вычерчены в натуральную величину; строкой ниже указано, что сборочный чертеж выполнен на одном листе; слева, в штампе, имеются необходимые подписи исполнителей и лиц, ответственных за выпуск чертежа, — значит чертеж утвержден для производства сборки.

Переходим к спецификации. Она присоединена непосредственно к штампу. Как видно из первой графы, узел состоит из 16 деталей, из них 6 деталей стандартные. Следует обратить внимание на основные размеры, которые стоят около наименований стандартных деталей и характеризуют их. Так, например, у болта буквой «М» обозначен вид резьбы (метрическая), число 8 обозначает диаметр резьбы, крестиком число 36 указывает рабочую длину болта. Для гайки необходимо указание только на вид резьбы и ее диаметр. Шайба обозначается условно одним размером — величиной наружного диаметра резьбы болта. Для некоторых стандартных деталей (например шпильки, болты) указан тип, так как под одним номером ГОСТ на эти детали значится несколько различных типов шпилек.

Переходим к чтению графического изображения узла.

Сборочный чертеж содержит две основные проекции; два вида по стрелкам; один разрез.

Главный вид представляет полный разрез, на виде сверху дано соединение половины вида с половиной соответствующего разреза (направление секущей плоскости очевидно); разделом является осевая линия — значит узел имеет вертикальную плоскость симметрии.

Приведенные на чертеже изображения (комплекс изображений) позволяют полностью выяснить не только характер и последовательность соединения деталей между собой, понять работу сборочного изделия, но и определить форму каждой детали.

Выделить деталь в сборочном чертеже, содержащем разрезы, легко, если проследить за контурами, ограничивающими штриховку одного направления при одинаковых расстояниях между штрихами. Штриховка другого направления будет относиться к другой детали, расположенной рядом.

Изучение чертежа таким способом покажем на примере детали *1*, которая в спецификации названа корпусом. Выноска от первого номера закончена точкой на штриховке. Рядом видим, что штриховка прерывается двумя вертикальными линиями, изображающими сквозное отверстие в корпусе. Далее она продолжается вверх, имея справа фигуру, ограниченную ступенчатым контуром, в котором сверху, также как и внизу, изображено сквозное отверстие.

Слева от оси узла дана штриховка того же направления на фигуре, симметричность которой нарушена, так как у нее нет выступающего влево патрубка со сквозным отверстием и фланцем.

В горизонтальной проекции мы видим ряд окружностей, которые совместно с главным видом показывают, что корпус ограничен цилиндрическими поверхностями. Это подтверждают имеющийся на главном виде размер со знаком диаметра ∅ *32* и кривая линия, характерная для пересекающихся цилиндрических отверстий.

Уточним количество и расположение отверстий во фланцах корпуса. В двух горизонтальных фланцах отверстия под болты в главном виде показаны только справа; судя по виду сверху, в каждом фланце по четыре отверстия, но ни одно из них в вертикальный разрез не попадает. На главном виде в разрез эти отверстия введены условно, только для выяснения их формы, а потому и даны по одному справа.

Деталь *2* — клапан, вычерченный без разреза. На главном виде упорный выступ клапана изображен с диагональными тонкими линиями — значит это квадратный выступ. Рабочий конус клапана в горизонтальной проекции виден одной окружностью. Форма нижней части клапана, его направляющих по двум основным проекциям не ясна, поэтому дан *Вид по стрелке В*, выявляющий форму и количество направляющих ребер клапана.

Отметим некоторые особенности других деталей. Седло клапана (деталь *3*) — это втулка с внутренним конусом под клапан. Видимый зазор между контурами клапана и седла говорит о том, что клапан может свободно двигаться в седле. Седло запрессовано в корпус.

Шпиндель (деталь *4*) изображен без разреза, но дан вырыв для показа профиля резьбы. В верхней части шпинделя видно наложенное по нему сечение, этим поясняется соединение шпинделя с маховичком при помощи шпонки.

Крышка (деталь *5*) имеет штриховку, обратную штриховке корпуса. В нижнем выступе крышки видим вертикальное цилиндрическое отверстие под свободный проход шпинделя, а в верхней ее части — отверстие большего диаметра. Оно является направляющим при установке крышки на корпус и образует полость для сальниковой набивки. Судя по горизонтальной проекции, крышка имеет цилиндрический фланец, которым она крепится к корпусу болтовым комплектом (детали *8, 9, 10*). Прокладка (деталь *7*) обеспечивает плотность соединения крышки и корпуса. Вверху крышки видны два нарезанных гнезда. В правом гнезде показана ввернутая в него шпилька.

Следует обратить внимание на изображение резьбы в соединении нарезанных элементов. Резьба на шпильке показана полностью, резьба же в отверстии изображена только в части гнезда, не закрытой шпилькой. В левом гнезде и в горизонтальной проекции шпильки с гайками условно не показаны, что облегчает выполнение сборочного чертежа и не затрудняет его чтение.

Гайка (деталь *6*) специальная (нестандартная). Нельзя судить о ее форме по одному главному виду. В виде сверху она не показана. Чтобы показать форму и крепление этой детали к крышке, дан *Разрез по ББ*. По разрезу ясно, что гайка квадратная. Для того чтобы она

легко вставлялась, но не проворачивалась, в крышке (деталь *5*) предусмотрено гнездо прямоугольной формы. Гайка имеет квадратный профиль резьбы такой же, как и у шпинделя.

Прокладка (деталь *7*) в разрезе показана «залитой сплошь», так как ее толщина на чертеже не более 2 *мм*. Она изображена только в главном виде — полной ясности о ее форме нет; но, учитывая форму фланцев, между которыми она лежит, можно сказать, что прокладка будет также цилиндрической формы.

Головка болта (деталь *8*) квадратная; при ее изображении применена та же условность, что в детали *2*.

Форма кольца (деталь *11*) вполне понятна по одной проекции. Она обусловливается формой пограничных цилиндрических деталей.

Шпильки с гайкой, которые крепят сальниковую втулку к крышке, — стандартные детали. Они, как и болтовой комплект, показаны неразрезанными.

Втулка сальника (деталь *14*) изображена в крайнем выдвинутом положении, что соответствует начальному ее положению после того, как сальниковая набивка (на чертеже условно не изображена) доверху заполнит гнездо; втулка лежит на ней.

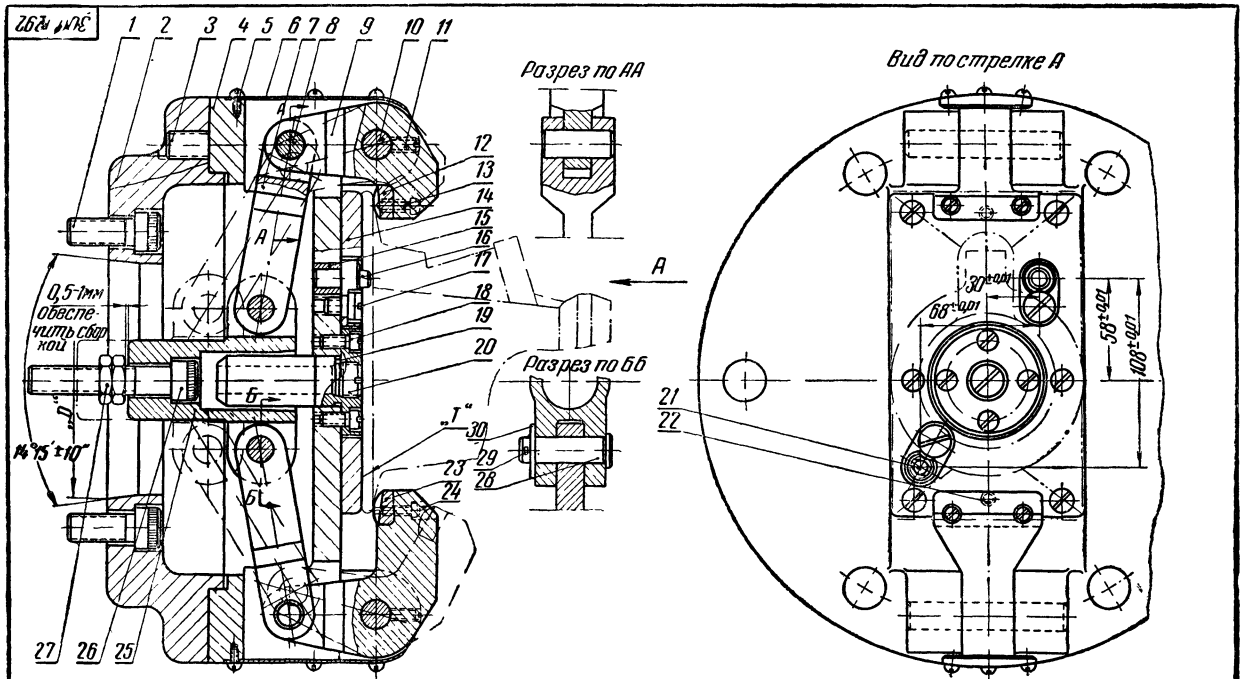
Маховичок (деталь *15*) надет на шпиндель сверху и соединяется с ним шпонкой (деталь *16*). На виде сверху маховичок не изображен, чтобы не затруднять чтение других деталей. По одному главному виду форма маховичка, очевидно, не ясна, поэтому дан *Вид по стрелке А* только на эту деталь.

Размеры, проставленные на конструктивном сборочном чертеже, должны быть при деталировке точно выдержаны на рабочих чертежах деталей.

Следует обратить внимание на допуски, поставленные к размеру 20, верхняя величина отклонения относится к отверстию, нижняя — к валу.

§ 25. ЧТЕНИЕ РАБОЧЕГО СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА

Сборочное изделие — вентиль — показано на конструктивном сборочном чертеже во всех подробностях. Очевидно, что на рабочем сборочном чертеже достаточно изобразить его только в одной проекции — полном вертикальном разрезе. Все другие изображения: *Вид сверху,* два



Биение конуса Δ 14°15'±10" относительно диаметра „D" и торцев „Т" не более 0,02 мм

Патрон отбалансировать с изделием N120 3901511

30	Шайба 17	2	1				1с-78401	
29	Шплинт 2,7х20	2	1				ГОСТ-397-54	
28	Ось	2	4	У8		52-56 Rc		
27	Гайка М 16	2	1				1с-78102	
26	Винт	1	2	45		30-35 Rc		
25	Втулка	1	4	40х		40-45 Rc		
24	Рычаг	1	5	49		30-35 Rc		
23	Вкладыш	1	4	20		Цем.		
22	Штифт 8х25	2	1				1с-78501	
21	Фиксатор	1	2	У8		52-56 Rc		
20	Пробка 1М20	1	1				1с-78601	
19	Палец	1	4	45		35-40 Rc		
18	Винт М8х15	10	1				1с-78603	
17	Винт №3	2	1				1с-78019	
16	Фиксатор	1	2	У8		52-56 Rc		
15	Втулка	2	2	20		Цем.		
14	Планка	1	4	20		Цем.		
13	Винт М5х15	4	1				1с-78002	

12	Вкладыш	1	4	20		Цем.		
11	Винт М5х20	2	1				1с-78004	
10	Ось	2	4	У8		52-56 Rc		
9	Рычаг	1	5	49		30-35 Rc		
8	Валик 16х40	2	1				1с-78602	
7	Тяга	2	4	45		35-40 Rc		
6	Крышка	2	4	Ст.20-Л1	50х105			
5	Винт М4х8	14	1				1с-78010	
4	Патрон	1	3	35-5015к			и-4059с	
3	Винт М16х50	6	1				1с-78003	
2	Планшайба	1	2	35-5015к			и-40589	
1	Винт М16х40	6	1				1с-78003	
NN п. п.	Наименование	Кол.	NN листов	Марка материал	Заготовка сортамент	Термообработка	Обозначение детали по стандарту или нормали	Прим.

Лит. изм.	Кол	Документ и его N	Подпись	Дата

Патрон для подрезки и расточки корпуса домкрата

ЗОП-1292

Литера	Вес	Масштаб

Лист 1 Всего листов 5

Рис. 130. Рабочий сборочный чертеж

дополнительных вида и *Разрез по ББ*, даны только для пояснения формы. На рабочем месте слесаря-сборщика имеются детали в готовом виде. Поэтому выявлять форму всех элементов деталей на рабочем сборочном чертеже не требуется.

Чтение рабочего сборочного чертежа рассмотрим на другом примере (рис. 130).

Предполагается, что имеются готовые детали показанного сборочного изделия.

В штампе чертежа читаем наименование изделия, его номер. Выясняем, что масштаб 1 : 1. Это значит, что изображения даны в натуральную величину и что сборочный чертеж выполнен на первом из пяти листов, составляющих комплект чертежей изделия (на остальных четырех листах выполнены рабочие чертежи деталей).

В спецификации, в графе «Лист» иногда поставлена единица. Это значит, что детали ясно изображены на первом листе (на сборочном чертеже) и что они имеют номера заводских нормалей, а потому не имеют отдельных чертежей. К ним также нет указаний в графах «Материал», «Термообработка», «Заготовка» и пр., так как все эти сведения даются в соответствующих нормалях, согласно которым они и изготовляются.

Для детали *6* в графе «Материал» указано *Ст 20-Л1;* здесь *Л1* — вид полуфабриката, из которого изготовлена крышка — лист толщиной в 1 *мм*. Для этой детали в следующей графе даны размеры ее заготовки. Кроме того, имеется еще графа «Термообработка». Эти две графы являются частным дополнением к основному виду спецификации.

Технологические требования, указанные на чертеже (внизу слева), рабочий должен точно выполнить, а контролер проверить.

Переходим непосредственно к чертежу.

Слева помещен главный вид патрона. Он дан в полном разрезе. Справа — *Вид по стрелке А*. На этом месте обычно располагают вид слева — этого нельзя забывать, иначе легко допустить ошибки в чтении чертежа. Имеются еще два дополнительных разреза, показывающих способы соединения деталей.

На обеих основных проекциях линиями «штрих две точки» показаны крайние положения подвижных частей патрона, а также обрабатываемая деталь.

Выноска с первым номером идет к винту. На главном виде их показано только два, но по спецификации выясняется, что таких винтов шесть. Этими винтами патрон будет крепиться к месту его установки. На виде *по стрелке А* эти винты не показаны.

Остается неясным, где будут поставлены остальные четыре винта и как можно вращать такой винт; насечка на внешней части его головки находится внутри гнезда планшайбы так, что воспользоваться ею нельзя. Однако таких вопросов непосредственно при сборке возникнуть не может, так как при сборке узла рабочий увидит в планшайбе шесть гнезд для этих винтов, а в самой головке винта он увидит внутреннее шестигранное гнездо под специальный торцовый ключ. Планшайба (деталь *2*) на главном виде изображена в разрезе; из второй проекции видно, что она круглая. В цилиндрическом выступе слева имеется цилиндрическое отверстие с конической расточкой.

Справа у планшайбы имеется цилиндрический выступ, который заходит без зазора в соответствующее отверстие в патроне.

На стыке торцов этих двух деталей проведена контурная линия обычной толщины. Левее, между двумя другими торцами, показан зазор, так как эти торцы не являются проволочными плоскостями. Заметим, что вверху по штриховке детали *2* проведена поперечная линия вырыва, выше нее штрихи сдвинуты и виден нарезанный конец детали *3*. Линия вырыва и сдвиг штрихов говорят о том, что показанная в этом месте деталь не лежит в основной плоскости разреза.

Однако такой способ совмещения и наслоения разрезов затрудняет чтение чертежа, а частичный показ детали *3* не выявляет в данном случае способа соединения деталей *2* и *4*.

Но рабочий при наличии готовых деталей все же правильно поставит все 6 винтов согласно второй проекции, где упрощенно изображены гнезда под эти (неясной формы) винты. Винты в гнездах не показаны, не изображены полностью и гнезда. Такое упрощение в данном случае не оправдано, так как затрудняет чтение чертежа, хотя и не приводит к браку. Патрон (деталь *4*) крепится винтами (деталь *3*) к планшайбе. Патрон, как и планшайба, имеет круглое основание с приливами-ушками для присоеди-

нения подвижных рычагов (детали *9* и *24*) и гнезда для крепления планки (деталь *14*) и других деталей (форма патрона на чертеже полностью не отображена).

В полости, образованной углублениями в планшайбе и патроне, расположены движущиеся детали патрона. Каждый рычаг присоединяется к вилкам патрона при помощи оси (деталь *10*). Контрятся оси винтами (деталь *11*), по одному винту на ось (см. *Вид по стрелке А* и спецификацию).

Понять по чертежу все другие соединения и взаимодействие деталей не представит затруднений. Надо уяснить назначение каждой детали, взаимодействие и способ соединения, контровку, как это мы делали для рассмотренных деталей и соединений. В дальнейшем будем отмечать только некоторые особенности соединения деталей и их назначение.

Для обеспечения безопасности рабочего движущиеся части узла ограждены крышкой.

Планка (деталь *14*) плотно прилегает к плите патрона; ее крепление к патрону на главном виде не показано, а детали *16* и *17* явно не крепят ее. Винт (деталь *18*) опирается тоже не на планку, а на деталь *20*, что видно по штриховке, которая у головки этого винта чаще и направлена в другую сторону по сравнению со штриховкой планки. Расположение винтов, крепящих планку, показано на *Виде по стрелке А*, но способ соединения на чертеже пока не ясен.

Способ присоединения деталей *15*, *16*, *17* показан с применением наслоения разрезов, что, как отмечалось, затрудняет чтение. Из этого совмещенного изображения видно, что головка винта (деталь *17*) опирается на выемку в головке фиксатора (деталь *16*) и тем плотно держит его на плите. Соединение деталей *16* и *17* осуществлено посредством запрессовки.

На *Виде по стрелке А* мы видим вторую, несимметрично расположенную группу аналогичных деталей. Но фиксатор здесь другой (деталь *21*). Вторая втулка (деталь *15* — их по спецификации две) должна быть поставлена для этого фиксатора, так как, изучив весь чертеж, видно, что другого места для нее не найдется.

В спецификации указано десять винтов (деталь *18*). Два показаны на главном виде; из другой проекции видно, что четыре таких винта крепят палец (деталь *19*).

Остальные шесть винтов изображены без указания их номера, ими-то, очевидно, и крепится планка к патрону, другого места для них нет.

Чтение чертежа в этом месте затруднительно, так как чертеж не доработан. Важно при сборке обратить внимание на установку ступенчатого пальца (деталь *19*). Головка его с зазором лежит в гнезде планки и опирается на плиту. Ближайшая к головке часть стержня пальца входит плотно без зазора; можно предположить, что она впрессована (это можно уточнить только по чертежам деталей).

Палец имеет сквозное отверстие. С правой стороны оно закрывается пробкой (деталь *20*), ввертываемой на резьбе.

Штифт (деталь *22*) обозначен на *Виде по стрелке А*. Их два, расположены они симметрично относительно горизонтальной оси симметрии узла. На главном виде эта деталь совсем не показана. Установка штифтов должна определяться гнездами на деталях. Такую неясность на рабочем сборочном чертеже не следовало допускать.

Винт (деталь *26*) с гайками (деталь *27*) будет необходим для присоединения к штоку пневматического цилиндра (однако гайки нужно будет отвинчивать).

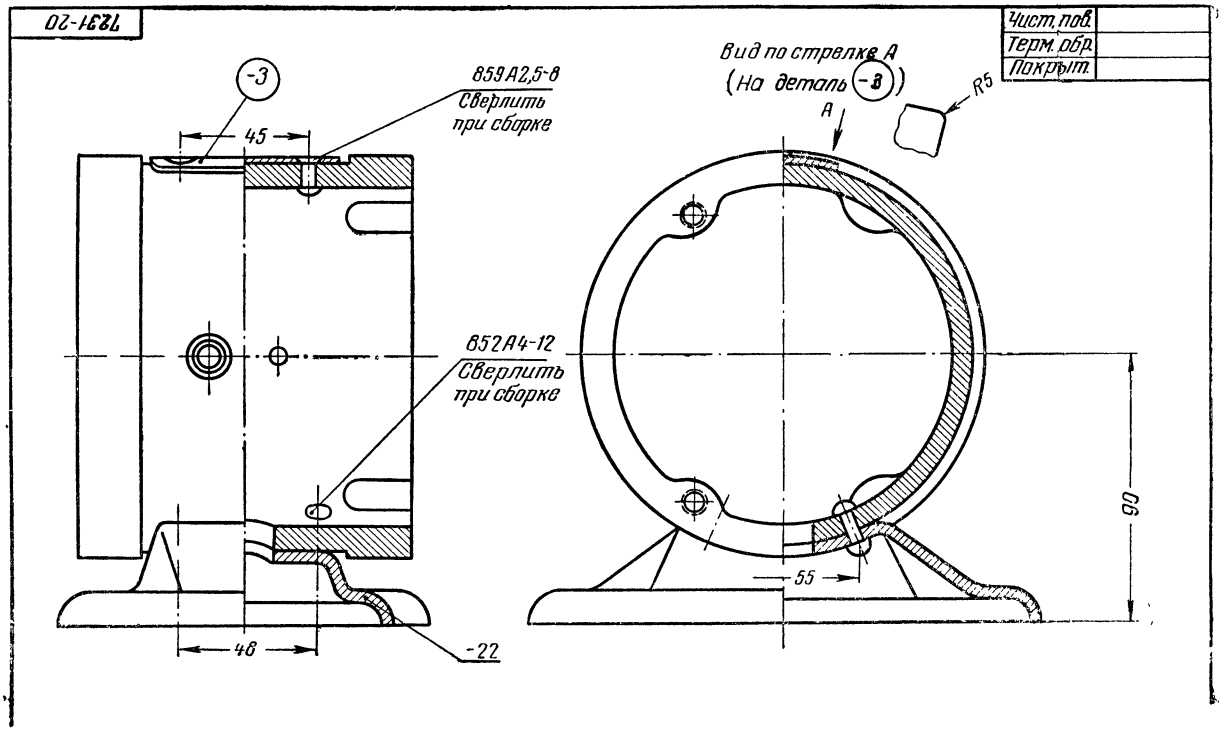
От штока движение передается через втулку и тяги к рычагам, прижимающим обрабатываемую деталь — корпус домкрата.

При положении узла, изображенном линиями видимого контура, корпус домкрата зажат; при отводе втулки влево рычаги отходят и освобождают корпус.

Отметим, что последовательность сборки деталей в узел указывается в технологических картах.

§ 26. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖА КЛЕПАНОГО УЗЛА

Заклепочные соединения находят широкое применение в конструкциях машин и строительных сооружениях. Соединение детали заклепками заключается в следующем: выступающий из отверстия в склепываемом пакете стержень заклепки расклепывается в замыкающую головку и тем создается неразъемное соединение. Заклепки различаются между собой по форме головок, диаметру стержня и по длине; головки бывают полукруглые, конические, плоские и др.


7231-20
Чист. пов.
Терм. обр.
Покрыт.
-3
45
859А2,5-8
Сверлить
при сборке
652А4-12
Сверлить
при сборке
48
-22
Вид по стрелке А
(На деталь -3)
А
R5
55
90

Зона	Прав.	Левая	Наименование	Сб. един.	Изд.	Материал	1шт	на изд.	Примеч.
	Обозначение			Кол на			Вес, кг		
	859А2,5-8		Заклепка	2		Нормаль			
	852А-4-12		Заклепка	4		Нормаль			
				1					
	7231-22		Подушка	1		Д1-Л3			
	7231-21		Корпус	1		Д1			
	-3		Накладка	1		Д1-Л2			20х32

N	Кол. измен.	Документ и его N	Подпись	Дата
Конструкт.				
Технолог				
Контролер				
Стандартиз.				
Нач. бриг.				
Нач отд.				

1	7231-00		
Кол	К сборочн. N	с	по серии

Преобразователь

Сборочный

Чертеж с действ. по серии сервкл.

7231-20

Взамен

Литера	Вес 1шт.	Масштаб
А		1:1

Лист	Всего листов

Рис. 131. Рабочий сборочный чертеж клепаного узла

На рабочем сборочном чертеже клепаного узла (рис. 131) применены два вида заклепок.

В штампе, кроме наименования, номера и масштаба чертежа, указывается количество узлов. В соседней графе указан номер более крупной сборки, в которую устанавливается этот узел.

В спецификации имеется пять обозначений. В первой графе снизу накладка имеет обозначение —*3*. Это ведомственное обозначение на чертеже детали узла, которая не имеет своего рабочего чертежа.

Согласно указаниям ГОСТ детали, которые изготовляются из полуфабриката путем простой отрезки и последующей зачистки места среза, могут не иметь отдельных чертежей; их форма и размеры полностью выясняются из сборочного чертежа.

Для изготовления таких деталей сначала делают шаблоны по сборочному чертежу.

Номер накладки —*3* дан на чертеже в кружке, а не на полочке, для того чтобы лучше было видно, что эта деталь не имеет своего рабочего чертежа. Размеры этой детали указаны в спецификации. Огибается она по цилиндру корпуса. В правой проекции к этой детали есть стрелка с буквой *А*. Вид по этой стрелке вынесен вправо от нее.

На этом виде есть указание о том, что углы накладки следует скруглить под радиус 5 *мм*.

Следующие два номера деталей в спецификации даны их полными обозначениями по ведомственной системе нумерации, т. е. указаны не только их порядковые номера, но повторены номера группы и подгруппы.

Последние два обозначения являются обозначениями ведомственных нормалей заклепок. В обозначении число *852* указывает порядковый номер нормали в группе *А*. Этим номером обозначены заклепки с полукруглой головкой из материала Д17. Размер 5, непосредственно стоящий за буквой, обозначает диаметр стержня заклепки; следующий размер 18 указывает длину нерасклепанного стержня заклепки.

Обозначение второй заклепки *859А* относится к заклепкам с потайной конической головкой из материала Д17.

В графе «Материал» для детали —*3* указана марка материала и через тире — вид полуфабриката.

Корпус — литая деталь, поэтому для него указана только марка материала, из которого он отлит. Для подушки опять указаны и марка материала, и вид полуфабриката.

Чертеж имеет две проекции. К корпусу (деталь —*21*) наверху двумя потайными заклепками крепится накладка. В спецификации указаны две заклепки. Они лежат в плоскости симметрии корпуса.

К нижней части корпуса приклепана подушка (деталь —*22*) четырьмя заклепками с полукруглой головкой. Расположение этих заклепок задано размерами 48 и 55.

В профильной проекции одна заклепка условно введена в разрез (что однако может привести к ошибкам при клепке). При этом она показана неразрезанной так же, как показываются в таких случаях болты, валы и пр.

Расположение корпуса и подушки обусловлено положением отверстий под винты в цилиндре; оно должно быть симметричным относительно осей, как показано на чертеже. Ось цилиндра должна быть параллельна базовой плоскости подушки. Подушка сложной формы, уточнять ее не будем, в этом нет необходимости.

На чертеже видны две выноски к отверстиям под заклепки с указанием *Сверлить при сборке*. Значит, детали подаются на сборку либо без отверстий, либо с отверстиями уменьшенного диаметра.

§ 27. ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖА СВАРНОГО УЗЛА

Соединение деталей сваркой широко применяется в самых различных отраслях машиностроительной техники: в самолетостроении, котлостроении, судостроении, моторостроении, в ремонтном деле и пр.

Сварка относится к числу неразъемных соединений металлических деталей с применением местного нагрева. В месте соединения металл доводится до пластического или расплавленного состояния. Места соединения деталей называют сварными швами. Сварной узел — это неразъемное соединение двух или нескольких деталей, осуществленное с помощью сварки.

Имеются два вида сварки: сварка с плавлением и сварка давлением (пластическая или контактная сварка).

Сварка с плавлением и добавлением присадочного металла может производиться с нагревом: при помощи раз-

личных газов — ацетилена, водорода и др. — это так называемая газовая сварка, и при помощи электрической энергии — дуговая сварка. У этих видов сварки вдоль шва получается наплавленный бугорок.

Сварка давлением, т. е. контактная сварка, бывает: стыковая, точечная и роликовая, или шовная. Этот вид сварки получается без присадочного металла. При этом детали прижимаются друг к другу в свариваемых местах. Для нагревания применяется электрическая энергия, превращающаяся в тепловую (сварка сопротивлением). Стыковой называется сварка, при которой сваривание происходит по всей поверхности стыка деталей. При точечной сварке сваривание деталей производится в отдельных точках между электродами точечной машины.

Соединение пайкой производится при незначительном нагреве деталей. Пайкой соединяются не только однородные металлы: сталь любых марок, чугун, но и разнородные, например: латунь или медь со сталью, латунь и медь между собой и др.

На сборочном чертеже всегда должен быть указан материал припоя.

Если на одной детали указано несколько мест пайки разными припоями, то следует обратить внимание на очередность пайки в зависимости от температуры плавления припоя. Начинать пайку надо с припоя, имеющего наиболее высокую температуру плавления.

На рис. 132 приведен пример чертежа сварного узла. Этот чертеж выполнен согласно действующей ведомственной системе чертежного хозяйства. По этой системе видимый сварной шов с присадочным материалом показывается линией обычной толщины, т. е. такой, которая принята для линии видимого контура данного чертежа, но с отштриховкой, как показано на рис. 132.

Для невидимого шва отштриховка показывается с разрывами, по 3—4 черточки на протяжении каждого штриха.

В поперечном сечении сварка изображается в виде залитого треугольника.

Точечную сварку на виде сверху изображают звездочкой, роликовую — отштриховкой вдоль шва. В разрезе оба эти вида сварки воспроизводят одинаково — место сварки заливают тушью. Пайку на чертежах показывают так же, как и сварку.

При рассмотрении чертежа сварного сборочного узла (рис. 132) видно, что детали узла соединены между собой различными видами сварки и все детали выполнены из листового материала. Чертеж значительно отличается оформлением, на нем имеются развертки и плоская деталь с размерами, другая форма штампа и спецификации. Этот рабочий сборочный чертеж напоминает конструктивный. На нем отображены полностью формы всех деталей и даже имеются исполнительные размеры деталей. По такому чертежу на производстве изготовляют шаблоны, приспособления для изготовления самих деталей. На сложные листовые детали обычно составляют отдельный чертеж.

Прочитаем этот чертеж подробнее.

В штампе содержатся новые сведения: в графе количество (вверху штампа, слева) записано два раза по одному; в соседней графе написаны два номера сборочного чертежа, различающиеся между собой только последней цифрой. Это значит, что на изделие должны быть изготовлены два узла: один будет ставиться на правую сторону относительно продольной оси изделия, а другой — на левую.

Узлы эти не имеют симметрии, она нарушена деталью — *3*. Принято вычерчивать правое изделие (деталь, узел), а левое изготовлять как отраженный вид правого по одному и тому же чертежу. Для отличия номеров для этих несимметричных изделий принято через второе тире присоединять для правого изделия цифру *1*, а для левого — цифру *2*.

Поэтому количество написано раздельно для правого и левого узлов, и номер изделия, который входит в данный узел, тоже оказался и правый, и левый.

Полные обозначения правого и левого узлов, на которые выполнен чертеж, указаны вверху штампа. Кроме этого, непосредственно над штампом имеется примечание:

«Правый показан
Левый — отраженный вид»

Для этого примечания и для некоторых других предусмотрено свободное место между штампом и спецификацией.

В правом верхнем углу формата чертежа поставлен небольшой, так называемый технологический штамп. В нем при необходимости указываются обозначения чи-

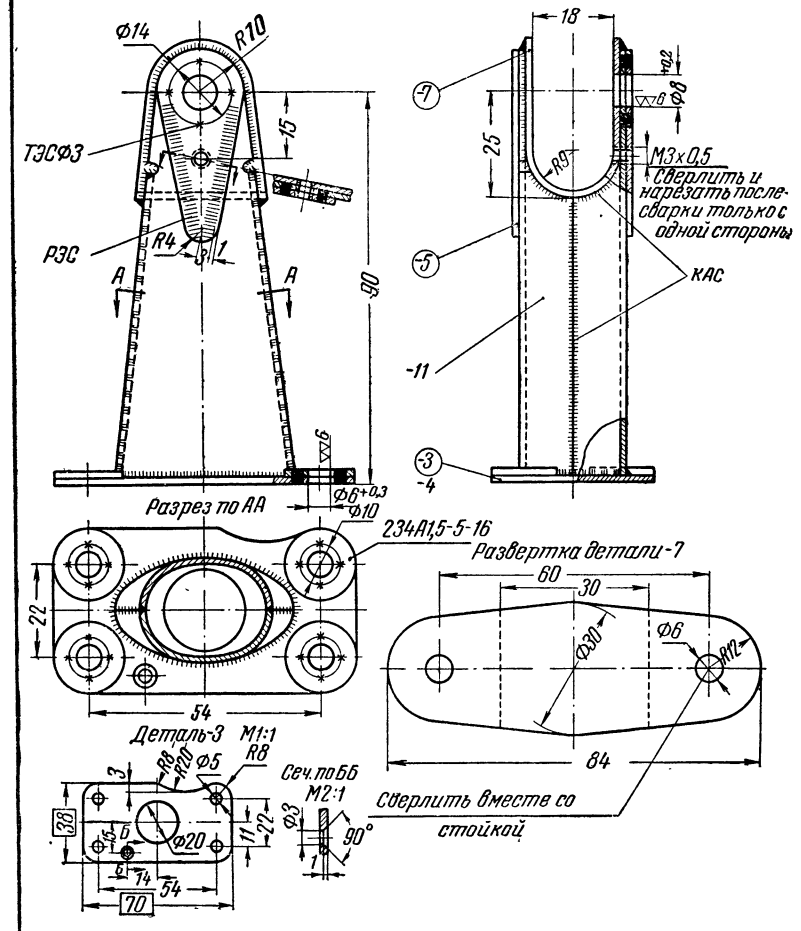


Рис. 132. Рабочий сборочный

Чист пов	∾ ОСТАЛЬНОЕ
Терм обр	
Покрыт	Цинковать

Зона	Прав.	Левая	Наименование	Сб един	изд.	Материал	1шт.	на изд.	Примеч.
	Обозначение			Кол на			Вес, кг		
	234А1,5-5-16		Шайба		8	Нормаль			
	5102-11		Щека		4	Сталь 20Л1			
	-7		Скоба		2	Сталь 20А-Л1			30х83
	-5		Накладка		4	Сталь 20А-Л1			20х44
		-4	Основание		1	Сталь 20А-Л1			38х70
	-3		Основание		1	Сталь 20А-Л1			38х70

Правый показан
Левый отраженный вид

					1	5111-00-2			Левый 5111-10-2
					1	5111-00-1			Правый 5111-10-1
					Кол.	К сборочн. N	С серш	по	
					Кронштейн				5111-10-
N	Кол. измен	Документ и его №	Подпись	Дата					
Конструкт		Сухарева							Взамен С-3-37
Технолог									Литера / Вес 1шт. / Масштаб
Контролер					Сборочный				А / 2:1
Стандартиз		Колесов							
Нач. бриг.		Бабулин							Лист 1 / Всего листов 1
Нач. отд.					Чертеж с действ. серш	по сер вкл.			

чертеж сварного узла

стоты поверхностей, термической обработки, покрытий. На рассматриваемом чертеже чистота поверхности указана для тех деталей, которые будут изготовляться по сборочному чертежу; термической обработки узла не требуется, покрытие указано: *цинковать*, это значит покрыть цинком весь узел после его сварки и очистки.

В верхнем левом углу формата поставлен номер чертежа в перевернутом положении; такая его постановка помогает находить нужный лист в архиве, где хранятся чертежи.

Переходим к чтению спецификации. Верхняя часть графы «Обозначение» разделена вертикальной линией на две части с указаниями: *прав* и *лев*. Это разделение графы используется при вписывании номеров деталей, не имеющих своих рабочих чертежей. Здесь первая деталь — основание — несимметрична, а поэтому из двух одна должна быть правой, а другая — левой. Правой присвоен номер —*3*, а левой —*4*. Указаны две детали — правая и левая. Выше мы видим номера еще двух деталей: *5* и *7* (четные номера даются только *левым* деталям).

В соседней графе к этим деталям написана буква *Ш*, которая указывает на технологию их изготовления — по шаблону; отдельного чертежа не имеется. Выше, через две резервные строки, вписано полное обозначение детали — значит она имеет свой отдельный рабочий чертеж. Еще через две резервные строки вписана стандартная деталь: *234А 1,5—5—16*. Расшифруем ее обозначение: число *234* — номер шайбы по группе нормалей серии *А*; *1,5* — толщина шайбы, *5* — условно дается диаметр резьбы болта; *16* — наружный диаметр шайбы.

В графе «Количество» указано количество деталей, которое необходимо изготовить для двух узлов — правого и левого.

Материал обозначен маркой стали — 20А, там же указан вид полуфабриката Л1, из которого детали должны быть изготовлены.

Для шайбы материал не дан, так как он указан в нормали шайбы; вместо материала в этой графе есть ссылка на ведомственную нормаль.

В графе «Примечание» для деталей, не имеющих своих чертежей, указаны размеры их заготовки.

Переходим к чтению графического изображения узла. Узел имеет три проекции, вид сверху дан с разрезом.

Первая деталь — основание — имеет номер —*3*. Этот номер говорит о том, что деталь не имеет своего рабочего чертежа; ее форма со всеми размерами показана здесь же на сборочном чертеже под надписью: *Деталь —3*. Масштаб ее отличен от масштаба сборочного чертежа, указанного в штампе, поэтому он указан дополнительно: деталь плоская, изображена в одной проекции. Дано *Сечение по ББ,* выявляющее отверстие. В этом отверстии с одной стороны имеется фаска. Деталь *3* несимметрична из-за этого отверстия и еще потому, что с одной стороны у нее есть выемка радиусом 20 *мм,* а с другой ее нет. А так как она несимметрична, ей дали два номера, для правой — *3*, для левой — отраженного вида — *4*. На чертеже даны все необходимые размеры этой детали, из них два размера заключены в прямоугольники — это справочные размеры, которые нужны только для заготовки детали.

Деталь должна быть в узле расположена так, чтобы фаска у отверстия ∅ 3 оказалась сверху (см. *Разрез по АА*). На этом разрезе ясно показано размещение шайб у основания; отверстия у шайб совпадают с отверстиями у основания. На каждой шайбе видно по четыре звездочки, расположенные на окружности ∅ 10 — это точечная сварка. Обозначение *ТЭС ∅ 3* — обозначение точечной электросварки ∅ 3 *мм*.

Точечную сварку в разрезе мы видим на главном виде, здесь она изображена сплошь залитыми участками проваренного металла. Смотрим на вид сбоку: справа виден разрез по этому соединению; номера к соединенным деталям поставлены с левой стороны вида сбоку. Детали *5* (накладка) и *11* (щека) соединены между собой точечной сваркой в четырех точках и двумя рядами роликовой сварки, которая изображена в главном виде как два ряда штрихов вдоль наклонных контурных линий детали. Для этой сварки дано ее обозначение: *РЭС* — роликовая электросварка. Размеры указаны на чертеже: ширина ролика 3 *мм*, расстояние от кромки 1 *мм*. В разрезе роликовая сварка изображается так же, как и точечная, что видно из сечения, которое вынесено вправо, на продолжении следа секущей плоскости (без обозначения его буквами).

Обозначение детали *5* заключено в кружок — значит, рабочего чертежа для нее нет. Все размеры заданы на

одной ее проекции, габаритный размер по длине будет взят из спецификации.

Нарезанное отверстие *М3×0,5* проходит через три детали, следовательно, его надо сверлить и нарезать после сварки всех этих деталей.

Под номером —*11* имеются четыре детали. Значит, по две на правый и левый узел. Номер детали поставлен на полочке. Эта деталь будет иметь свой рабочий чертеж, поэтому размеры ее не указаны. Обе щеки сварены. На главном виде вертикальные сварные швы показаны как невидимые, штриховкой с разрывами. На виде сбоку шов видимый, он отштрихован без разрывов. К этому шву указана выноска с обозначением сварки *КАС* — кислородно-ацетиленовая сварка. Внизу детали *11* приварены к основанию. Сварной шов виден на всех трех проекциях. Только в профильной проекции, где дан вырыв, он не виден и поэтому изображен с разрывами. К этому сварочному шву на главном виде сделана выноска с обозначением *ДЭС* — дуговая электросварка.

Деталь *7* (скоба), согнутая из листового металла. Она выполняется тоже по данным сборочного чертежа, для нее тут же на сборочном чертеже дается развертка. В развертке показаны две штриховые линии — это линии перегиба, которые являются границами прямых и изогнутых участков. Расстояние между ними подсчитывается, исходя из радиуса загиба и угла изогнутого участка. В расчет берется средний радиус $R_{ср}$. Он получается прибавлением половины толщины сгибаемого листа к внутреннему радиусу, указанному на чертеже. В данном случае толщина материала *1 мм*, внутренний радиус *R9*, согнутый участок равен половине окружности. Длина изогнутого участка *L* будет равна:

$$L = \frac{2\pi R_{ср}}{2} = 3{,}14 \times 9{,}5 = 29{,}83 \text{ мм}.$$

Эту величину надо округлить до 30 *мм* (размер проставлен на чертеже).

Теперь осталось выяснить соединение этой скобы со стойкой. Как мы видели, накладки приварены к стойкам точечной и роликовой сваркой, это можно сделать до присоединения скобы — значит скоба присоединяется в последнюю очередь.

На главном виде и виде слева контуры детали имеют сплошную отштриховку по всему контуру. Дана выноска к обозначению сварки, она та же, что и в соединении деталей —*11*.

На этом чертеже следует обратить внимание еще на то, что для листовых деталей показываются линии их невидимых контуров. Так для детали —*11* они показаны на двух проекциях, для детали *7* на главном виде изображены две штриховые линии ее нижнего контура.

С 1 июля 1957 г. введен ГОСТ 5263—56, устанавливающий условные обозначения швов сварных соединений на чертежах в машиностроении.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

ГОСТ 3450—52—3456—52, 3457—46, 3458—52—3462—52, 3465—52, 3466—52 и 2940—52. Чертежи в машиностроении, Стандартгиз, 1953.

ГОСТ 5290—50—5302—50. Система чертежного хозяйства, Стандартгиз, 1955.

Четверухин Н. Ф., Левицкий В. С., Прянишникова З. И., Тевлин А. М., Федотов Г. И., Курс начертательной геометрии, Гостехиздат, 1956.

Левицкий В. С., Машиностроительное черчение. Методические указания и контрольные задания, 4-е изд., «Советская наука», 1953.

Каменев В. И., Курс машиностроительного черчения, Машгиз, 1951.

Серебряков А. А., Янковский К. А., Плешкин М. М., Черчение, Трудрезервиздат, 1955.

Машиностроительное черчение. Серия плакатов. Авторы: Железняк В. И., Бабулин Н. А., Янковский К. А. и др. Трудрезервиздат, 1955.

Методические указания к 4-й работе по черчению, изд. МАИ, 1952 (составили: Левицкий В. С., Бабулин Н. А.).

Арановский М. Г., Орленко Н. И., Штукин Л. С., Чертежное хозяйство в машиностроении, Машгиз, 1953.

Соколовский А. П., Научные основы технологии машиностроения, Машгиз, 1955.

Дружинский И. А., Методы обработки сложных поверхностей, Машгиз, 1955.

Пик И. Ш., Производство изделий из пластических масс, Госхимиздат, 1954.

Бруштейн Б. Е., Дементьев В. И., Токарное дело, Трудрезервиздат, 1953.

Черчение I, программа, методические указания и контрольная работа для учащихся-заочников II и IV курсов (задание 5-е), изд. Всесоюзного заочного техникума железнодорожного транспорта, 1950 (составил Бабулин Н. А.).

Справочник конструктора точных приборов, Оборонгиз, 1953 (под ред. Левина И. Я).

Зубчатые зацепления, ведомственная нормаль 63МТ — 41.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Раздел I

Общие сведения о чертежах

§ 1. Понятие о построении чертежей 3
§ 2. Особенности чтения чертежей 15
§ 3. Методы чтения чертежей 16
§ 4. Чтение изображений на чертежах 26
§ 5. Размеры и обозначения на чертежах 60
§ 6. Обозначения и указания на чертежах 107
§ 7. Особенности выполнения работы по чертежу 120

Раздел II

Рабочие чертежи деталей

§ 8. Распределение чертежей деталей на типовые группы 130
§ 9. Назначение рабочих чертежей деталей 132
§ 10. Требования производства к рабочим чертежам деталей 137
§ 11. Последовательность чтения рабочих чертежей деталей 143
§ 12. Чертежи деталей, ограниченных плоскостями 144
§ 13. Детали из листового материала 149
§ 14. Детали, изготовляемые из фасонного сортового материала (полуфабрикатов) 156
§ 15. Чертежи круглых деталей 159
§ 16. Чертежи литых и штампованных деталей 168
§ 17. Чертежи деталей с элементами, изображаемыми условно 175
§ 18. Детали сложной формы 200
§ 19. Чертежи армированных деталей 210

Стр.

Раздел III

Чтение сборочных чертежей

§ 20. Назначение сборочных чертежей 224
§ 21. Требования, предъявляемые к сборочным чертежам . . 226
§ 22. Последовательность чтения сборочных чертежей . . . 228
§ 23. Некоторые особенности сборочных чертежей 232
§ 24. Чтение конструктивного сборочного чертежа 236
§ 25. Чтение рабочего сборочного чертежа 239
§ 26. Чтение чертежа клепаного узла 245
§ 27. Чтение чертежа сварного узла 249
Использованная литература 258

Автор *Бабулин Николай Алексеевич*
Научный редактор *Б. Н. Яшечкин*
Редактор *Ф. П. Гаврилов* Техн. редактор *С. И. Раков*

А09010. Сдано в набор 11/V 1957. Подп. к. печ. 14/IX 1957.
Формат бум. 84×108 1/32—13,33 п. л. В 1 п. л. 38 500 зн.
Уч.-изд. л. 12,84. Уч. № 85/2937. Тираж 45 000. Цена 5 р. 50 к.

Набрано в тип. Трудрезервиздата, Москва, Хохловский пер., 7.
Отпечатано в тип. Москва, ул. Фр. Энгельса, 46. Зак. 1534.

Цена 5 р. 50 к.